DIE

TON- UND STIMMAPPARATE

DER INSECTEN

IN

ANATOMISCH-PHYSIOLOGISCHER UND AKUSTISCHER BEZIEHUNG

VON

DR. H. LANDOIS.

MIT 2 TAFELN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1867.

Abdruck aus der Zeitschrift für wissensch. Zoologie XVII. Bd.

INHALTSVERZEICHNISS.

I. Specieller Theil.

II. Allgemeiner Theil.

Druckfehlerberichtigung.

Pag. 170 Zeile 9 von unten lies **von** statt an.
,, 171 ,, 3 ,, oben ,, **tiefer** statt höher.
,, 171 ,, 9 ,, unten ,, c″ statt c‴.

Geschichtliches.

Es ist eine überaus wunderbare und eigenthümliche Erscheinung, dass wir unter den Insecten einige vorfinden, welche im Stande sind, Laute von sich zu geben, während der bei weitem grössere Theil derselben dieses Vorzuges durchaus entbehrt. Schon Aristoteles, der grösste Naturforscher aller Zeiten, macht auf diese Eigenthümlichkeit in seinen naturhistorischen Schriften aufmerksam, und er ergreift diese Gelegenheit, um zugleich auf die verschiedenen Arten des Tönens der Thiere überhaupt, sowie der Insecten insbesondere Rücksicht zu nehmen. Um uns ein Bild seiner Kenntniss der Lautäusserungen zu verschaffen, wollen wir die wichtigste Stelle aus seinen Schriften[1]) anführen. So heisst es in der Historia animalium IV, 9, pag. 535. *a*. 26 etc.: „*Περὶ δὲ φωνῆς τῶν ζῴων ὧδ' ἔχει. φωνὴ καὶ ψόφος ἕτερόν ἐστι, καὶ τρίτον τούτων διάλεκτος. φωνεῖ μὲν οὖν οὐδενὶ τῶν ἄλλων μορίων οὐδὲν πλὴν τῷ φάρυγγι. διὸ ὅσα μὴ ἔχει πνεύμονα, οὐδὲ φθέγγεται. διάλεκτος δ' ἡ τῆς φωνῆς ἐστι τῇ γλώττῃ διάθρωσις. τὰ μὲν οὖν φωνήεντα ἡ φωνὴ καὶ ὁ λάρυγξ ἀφίησιν. τὰ δ' ἄφωνα ἡ γλῶττα καὶ τὰ χείλη. ἐξ ὧν ἡ διάλεκτός ἐστιν. διὸ ὅσα γλῶτταν μὴ ἔχει ἢ μὴ ἀπολελυμένην, οὔτε φωνεῖ οὔτε διαλέγεται, ψοφεῖ δὲ τῷ ἔσω πνεύματι, οὐ τῷ θύραζε. οὐδὲν γὰρ ἀναπνεῖ αὐτῶν, ἀλλὰ τὰ μὲν βομβεῖ, οἷον μέλιττα καὶ τὰ πτηνὰ αὐτῶν, τὰ δ' ᾄδειν λέγεται. οἷον οἱ τέττιγες. πάντα δὲ ταῦτα ψοφεῖ τῷ ὑμένι τῷ ὑπὸ τὸ ὑπόζωμα, ὅσων διῄρηται, οἷον τῶν τεττίγων τι γένος τῇ τρίψει τοῦ πνεύματος. καὶ αἱ μυῖαι δὲ καὶ*

1) Aristoteles, ex recensione J. Bekkeri, Berolini 1831.

αἱ μέλιτται καὶ τἄλλα πάντα, τῇ πτήσει αἴροντα καὶ συστέλλοντα· ὁ γὰρ ψόφος τρίψις ἐστὶ τοῦ ἔσω πνεύματος. (αἱ δ᾽ ἀκρίδες τοῖς πηδαλίοις τρίβουσαι ποιοῦσι τὸν ψόφον) [1]. ARISTOTELES führt von den Insecten, denen eine Lautäusserung eigen ist, folgende namentlich auf: die Bienen und ihre Verwandten, die Cicaden, die Fliegen, die Wespen, Melolonthen (Maikäfer?) und die Heuschrecken. Bei der Beschreibung der Art und Weise, wie sich ARISTOTELES das Tönen vorstellte, gebraucht er einzelne Ausdrücke, deren Verständniss den Interpreten nicht klar geworden zu sein scheint. So sagt FRANTZIUS in seiner bekannten Uebersetzung der Theile der Thiere: »Was unter *ὑπόζωμα* bei den Insecten gemeint sei, ist mir durchaus unbekannt.« ARISTOTELES gebraucht die beiden Ausdrücke *ὑπόζωμα* und *διάζωμα* ohne Unterschied; die Wörter bezeichnen gewöhnlich einen Gürtel, überhaupt jedes Ding, welches zum Umgürten und Umhüllen eines Gegenstandes benutzt wird. Die Griechen nannten auch das Zwerchfell *διάζωμα*, weil es die edleren Gelünge in der Brusthöhle theils bedeckt, theils von den Baucheingeweiden trennt. Bei den Insecten bezeichnet es die Stelle des Körpers, wo der Leib zwischen Thorax und Abdomen tief eingekerbt ist. In der Nähe dieser Einschnürung liegt nach ARISTOTELES das *ὑμήν*. Auch dieser Ausdruck hat mancherlei falsche Deutungen erfahren. »Bei einigen wärmeren Insecten — sagt BONA MEYER[2]) — den Bienen, Wespen, Cicaden, wird die letzte Weise der Abkühlung erleichtert durch ein Häutchen, das an der Unterseite des Mittelleibes liegt und hinter dem nach innen sich das eingewachsene Pneuma befindet (475. *a.* 1. ff.). Wie ich vermuthe, sah ARISTOTELES den ihm genau bekannten Singapparat der Cicaden als dieses Organ an, und da er die Bedeutung desselben für die Tonbildung dieser Thiere wahrgenommen, so setzte er vielleicht bei allen summenden Insecten ähnliche Häutchen voraus.« Da jedoch ARISTOTELES an vielen Stellen sowohl den Cicaden, als auch den Bienen, Wespen, Fliegen u. s. w. ganz mit Bestimmtheit das Hymen vindicirt, so möchten wir es wohl nicht mit einem hypothetisch angenommenen Häutchen zu thun haben. »Es giebt — so sagt ARISTOTELES — Insecten, welche tiefer Einschnitte entbehren, wie der Julus, der Skolopender und Verwandte; diejenigen aber, welche lebhafter sind, wie die Bienen, Cicaden, und die Fliegen, sind eingeschnitten, *ὅπως διὰ λεπτοτέρου ὄντος τοῦ ὑμένος ψύχηται.*« ARISTOTELES postulirte für lebhaftere Thiere auch eine stärkere Abkühlung. Durch die Einschnitte im Insectenleibe wird die Oberfläche des

1) Aehnliche Stellen finden sich: Hist. an. IV, 7. pag. 532. *b.* 14. — Hist. an. V, 30. pag. 556. *a.* 15. — de resp. IX.

2) Aristoteles Thierkunde. Berlin 1855, pag. 437.

Leibes vergrössert und dadurch die stärkere Abkühlung ermöglicht. Ich halte demnach das Hymen für die Körperhaut selbst, welche in der Gegend der Einschnürung zwischen Thorax und Hinterleib liegt. Bei Bienen und Wespen gestaltet sich das Hymen zu einem engen Röhrchen, welches in die Hinterleibsringe übergehend sich erweitert.

Aristoteles machte keinen wesentlichen Unterschied zwischen dem Tönen der Cicaden und den Bienen und anderen Geflügelten. Er behandelt ihre Lautäusserung an derselben Stelle und in derselben Weise (vgl. Hist. an. IV, 9. pag. 168). Man hat sich vielfach Mühe gegeben, nachzuweisen, dass Aristoteles zwischen dem Tönen der Cicaden und der Fliegen einen Unterschied gemacht habe; ich bin jedoch der entgegengesetzten Ansicht. Doch würden wir uns zu sehr in philologische Details verlieren, wollten wir auf die unhaltbaren Uebersetzungen von Gaza, Skaliger und anderer Philologen näher eingehen. Aristoteles hielt viele Thiere für warm, viele für kälter, und letzteren zählte er auch die Insecten zu. Die wahre und eigentliche Bedeutung der Respiration war dem Stagiriten durchaus unbekannt. An allen Stellen, wo er über die Athmung der Thiere spricht, sagt er, dass die Thiere desshalb athmeten, damit ihre überflüssige Wärme abgekühlt würde. Da den Insecten nach seiner Ansicht die überflüssige Wärme nicht zukommt, so brauchen nach ihm auch die Insecten nicht zu athmen. Die eingepflanzte Luft, welche Aristoteles im Innern des Insectenkörpers annahm, reiche vollständig aus, um die äusserst geringe Wärme abzukühlen (vgl. de part. an. III. 6. pag. 668. *b*. 35. — de somn. et. vig. II. 456. *a*. 11. — de resp. IX. 475. *a*. 8.). Nun gab es aber einige Insecten, welche lebhafter und wärmer waren, wie die Cicaden, die Bienen und ihre Verwandten, die Melolonthen und die Fliegen. Bei ihnen reichte das eingepflanzte Pneuma zur Abkühlung nicht aus, und eben daher sind diese Insecten eingekerbt, damit sie bei grösserer Körperoberfläche von der umgebenden Luft besser abgekühlt werden können, mag nun das Medium, worin sie leben, die Luft oder das Wasser sein (vgl. de resp. IX. 474. *b*. 26). Nun wird es uns auch leicht klar werden, wie sich Aristoteles die Lautäusserungen der Insecten erklärte. Die luftathmenden Thiere athmen die Luft ein und aus; die Insecten thuen dieses nach Aristoteles nicht, sondern die eingepflanzte Luft würde von den Insecten auf ähnliche Weise im Innern des Körpers bewegt, als wenn wir bei verschlossener Nase und Lippen die Luft aus den Lungen in die Mundhöhle und rückwärts strömen liessen. Während sich so im Insectenkörper die eingeschlossene Luft stossweise bewegt, wird sie durch das Hymen (die eingeengte Stelle zwischen Thorax und Abdomen) gezwängt, wodurch eine Reibung an der Haut und eben dadurch die

Lautäusserung entsteht. Diese aristotelische Ansicht über die Entstehung der Insectenlaute wird de resp. IX. schön veranschaulicht. Die Töne würden von den Insecten ähnlich hervorgebracht, als wie die Knaben es verständen, durch ein durchlöchertes Rohr mit aufgelegtem feinen Häutchen zu musiciren. Ich erinnere mich noch sehr gut, dass wir als Knaben uns ähnliche Instrumente verfertigten, wie es Aristoteles angibt. Wir nahmen ein trocknes Schilfrohr (Arundo phragmites) und schnitten vorsichtig ein längliches Stück auf der Oberfläche so heraus, dass die äusserst zarte innere Haut unverletzt blieb. Bliesen wir nun hinein, so vibrirte das Häutchen und gab einen schmetternden Ton. Ganz in ähnlicher Weise hielt Aristoteles die das Hymen durchstreifende Luft für den Erreger der Lautäusserungen der Insecten. Von diesen Tönen unterscheidet Aristoteles die Laute der Heuschrecken; *αἱ ἀκρίδες τοῖς πηδαλίοις τρίβουσαι ποιοῦσι τὸν ψόφον*, eine Beobachtung, der wir aufrichtige Anerkennung zollen müssen. Bevor wir die Meinungen des Altvaters der Naturgeschichte verlassen, wollen wir noch auf seine scharfsinnige Unterscheidung zwischen Ton, Stimme und Rede zurückweisen. Eine Stimme — sagt er — können nur diejenigen Thiere ertönen lassen, welche mit Lungen begabt sind; mit Rede begabt sind nur solche Thiere, welche eine Zunge haben und zwar eine gelöste, und zugleich Lippen besitzen, also der Mensch allein; ein Ton endlich kann von den Thieren auch durch sonstige selbst zu anderen Zwecken angelegte Organe hervorgebracht werden. Mit Recht spricht demnach Aristoteles den Insecten die Fähigkeit zu, einen Ton von sich geben zu können; eine Stimme hingegen oder gar die Fähigkeit zu reden, spricht er ihnen ab, denn sie athmen nach seiner Ansicht ja weder durch Lungen, noch sind sie in der Lage, sich einer gelösten Zunge und der Lippen, wenigstens nicht im Sinne unseres Gelehrten erfreuen zu können. Er unterscheidet dann fernerhin das Brummen und das Singen. Doch ist von dem Singen der Cicaden ausdrücklich hervorzuheben, dass er überall da, wo von dem Singen der Cicaden die Rede ist, stets das Wort *λέγεται* anfügt, um anzudeuten, dass die Cicaden ebenso den Ton hervorbrächten, wie die übrigen Insecten, und dass er sich nur der üblichen Redeweise seiner Landsleute anbequeme, wenn er den Ausdruck »singen« gebrauche.

Strabo glaubt die Ursache angeben zu können, weshalb die Cicaden in einer Gegend der Lokrer nicht singen, wenn er lib. VI. pag. 736 sagt: »*τὸ αἴτιον εἰκάζουσιν, ὅτι τοῖς μὲν παλίσκιόν ἐστι τὸ χωρίον, ὥστ' ἐνδρόσους ὄντας μὴ διαστέλλειν τοὺς ὑμένας τοῖς δ' ἡλιαζομένοις ξηροὺς καὶ κερατώδεις ἔχειν, ὥστ' ἀπ' αὐτῶν εὐφυῶς ἐκπέμπεσθαι τὸν φθόγγον.*«

Meleager gibt eine andere Weise des Singens an in seinem dritten Epigramm: »*ἄκρα δ᾿ ἐφεζόμενος πετάλοις πριονώδεσι κώλοις αἰθίοπι κλάζεις χρωτὶ μέλισμα λύρας.*« Aber schief wendet er diese Art und Weise des Tönens, welche er den Heuschrecken beilegt, auf die Cicaden an, wenn er im 112. Epigramm VII. 195 sagt: »*ἀκρὶς — λιγυπτέρυγε* (mit den Flügeln hellschwingend) *κρέκε μοί τι ποθεινὸν ἐγκρούουσα φίλοις ποσσὶ λάλους πτέρυγας.*« Aehnliches lesen wir über den Ton der Cicaden, Heuschrecken bei Demetrius de Elocutione; auch Mnasalcas spricht sich in seinem 10. Epigramm darüber aus. Daran könnten wir noch die Aussprüche vieler Anderer Autoren des classischen Alterthums: Archias, Nicias, Pamphilus, Bianor, Appollonides, Aelian u. A. anreihen, welche jedoch unsere Kenntniss durchaus nicht weiter führen können. Dasselbe gilt von den Stellen, welche dem Plinius zu entnehmen wären.

Einen erquicklicheren Eindruck macht schon Albertus Magnus. »Omnia autem haec genera — so sagt er von den Insecten — quod sonant in volatu et quando tenentur, et in sono illo alae earum moventur crispo motu, sic ut ventum concutiant: et hujus causa est, quod sonus horum animalium spiritu naturali percutiente diafragma eorum: et ibi eunt quasi abscissa et succincta ista genera animalium et spiritus ibidem spirans percutit radices et membranas alarum, et ideo crispari in sono et tremere videntur.« Er stimmt mit dem Aristoteles einerseits darin überein, dass er die eingepflanzte Luft als den Erreger des Tönens betrachtet, und anderseits auch diese Luft durch die eingeengte Leibesstelle (diafragma, *ὑπόζωνα*) streichen lässt; der Ton selbst entsteht jedoch nach ihm durch die Reibung der Luft an die Flügelwurzeln; eine Ansicht, die durchaus unbegründet ist.

Auf die Ansichten der Neueren über die Entstehung der Lautäusserungen der Insecten gehen mir am besten da ein, wo wir von den Tönen der einzelnen Species selbst näher handeln werden[1]; nur möchte ich hier die Worte des grossen Swammerdam[2], des Aristoteles der Holländer, nicht vorenthalten, da sie uns ein sehr hübsches übersichtliches Bild von den Tönen der Insecten entrollen: »Ik sal nog eens herhaalen, hoe dat det Byen (Bienen) haar gelyit alleen met de Vleugelen maaken, die vliesig dun ende beweegelyk synde, met hulp der Schouderbladen, ende de uytgedreeve lucht uyt de onderstaande Longpypen,

1) Die Zusammenstellung der Literatur über die Lautäusserungen der Insecten findet sich in Hagen, Bibliotheca entomologica. Band 2. pag. 477. Einige dort nicht aufgeführte Aufsätze habe ich in dieser Abhandlung selbst an den betreffenden Stellen angemerkt.

2) Bybel der Natuure, errste Deel, te Leyden 1737.

dat ligt te weege brengen. Wonderlyk syn de Vleugelen der Vliegen gemaakt, ter plaatse dar se haar geluyt formeeren: hoewel egter dat het maaksel van de eene Vlieg van dat andere seer veel daar omstent verschielt. De Sprinkhaanen (Heuschrecken), daar van maaken eenige har geluyt, met de eene de Vleugelen op de andere te zwaayen, alvaar dan een particulier deelken agter in de Vleugel by de Borst van de Natour geformeert is, dat als het klatergout beweegt synde, een distinct geluyt gift. Andere soorten van Sprinkhaanen stryken de Vleugelen tegens de Beenen, en maaken soo haar geluyt. De Krekel en Krekelmollen (Gryllen und Maulwurfsgryllen), die moduleeren van gelyken de lucht, door middel van de Vleugelen, dat een kriekent geluyt geeft. De Krekel (Cicade) heeft twee bysondere trommelkens ewen als onsen trommel in het Oor, dar sy haar geluyt meede geeft, door middel van twee half ronde hoornbeenkens, war meede de lucht op dese trommelkens gezwaayt word. De Schalbyters (Käfer) maken haar geluyt met de hoornagtige deelen van her Hooft tegens de articulation der Borst, en die der staart tegens de schaalen haarer Vleugelen sterk aan te vryven. Alle de Insecten, dewelke particuliere leeden om geluyt te maaken van de Natur gegeven syn, dat syn Mannekens: als onder de Sprinkhanen, alwaar de Wyfkens niet en singen, de Krekels ende anderen te syn is.«

Nicht allein die Naturforscher haben durch die Jahrhunderte hindurch dem Tönen der Insecten ihre Aufmerksamkeit zugewandt, sondern auch die Dichter erschöpfen sich in Lobsprüchen darüber. Anakreon besingt die Cicaden in ewigen Hymnen, und Homer vergleicht in der Ilias seine redenden Helden mit singenden Cicaden. Nach den Begriffen der Griechen gehörte ihr Gezirpe zum vollen Reiz des Sommers. Auch die Dichterin [1]) meines Heimathslandes gibt von dem Concert des munteren Insectenvölkchens die hübsche Schilderung:

»Da krimmelt, wimmelt es im Haidgezweige
Die Grille dreht geschwind das Beinchen um,
Streicht an des Thaues Kolophonium
Und spielt so schäferlich die Liebesgeige.
Ein tüchtiger Hornist, der Käfer, schnurrt,
Die Mücke schleift behend die Silberschwingen,
Dass heller der Triangel möge klingen;
Diskant und auch Tenor die Fliege surrt;
Und immer mehrend ihren werthen Gurt,
Die reiche Katze um des Leibes Mitten,
Ist als Bassist die Biene eingeschritten.

1) Annette, Freiin von Droste Hülshoff, in den Haidebildern: die Lerche.

Schwerfällig hockend in der Blüte rummeln
Die Contraviolen die trägen Hummeln.
So tausendarmig ward noch nie gebaut
Des Münsters Halle, wie im Haidekraut
Gewölbe an Gewölben sich erschliessen
Gleich Labyrinthen in einander schiessen;
So tausendstimmig stieg noch nie ein Chor
Wie's musicirt aus grünem Haid hervor.«

Die Tonapparate der Orthopteren.

Es ist jetzt aus der zahlreichen Ordnung der Geradflügler keine einzige Species bekannt geworden, welche vermittelst ihrer Respirationsorgane eine Stimme hervorbringt. Dahingegen ist den meisten hierher gehörigen Gattungen eine Lautäusserung eigen, welche auf mechanischem Wege durch Aneinanderreiben äusserer Körpertheile zu Stande kommt. Manche geigen die Schenkel ihrer Hinterbeine gegen die Flügeldecken und bringen dadurch nicht selten einen hellen metallisch klingenden Ton hervor. Die mikroskopische Untersuchung dieser Tonapparate wurde bisher noch von keinem Forscher angestellt. Eine andere ebenso grosse Anzahl Arten bewirkt durch Aneinandergeigen ihrer Flügeldecken ein helles Gezirpe, wie z. B. die Heimchen, Feldgrillen und die grossen Heupferdchen. Auch hier erhalten wir nur durch das Mikroskop einen tieferen Einblick in die Construction ihrer Tonapparate. Wenige Arten lassen beim Fluge ein klapperndes Geräusch hören, welches durch Aneinanderreiben der Unterflügel an die Decken entsteht.

Die Tonapparate der Feldheuschrecken (Acridida).

Die eigenthümlichen schnarrenden Töne, welche unsere Feldheuschrecken an warmen Tagen erschallen lassen, haben ihre sonderbare Geschichte. Aristoteles schrieb bereits seine Beobachtungen darüber in der Geschichte der Thiere[1]) nieder: »*αἱ δ' ἀκρίδες τοῖς πηδαλίοις τρίβουσαι ποιοῦσι τὸν ψόφον*« (»die Grashüpfer bringen ihre Töne hervor durch Reibung der Schenkel«). Wie grosse Meinungsverschiedenheit bei späteren Forschern darüber sich entspann, lässt sich daraus entnehmen, dass noch vor Kurzem ein junger Gelehrter mit der Ansicht auftrat, diese Orthopteren bewirkten nicht durch Reibung der Schenkel wider die Flügel ihre Töne, weil dadurch die Flügel verschleissen würden. Ich bin in der That nicht im Stande, einer solch' naiven Behauptung gegenüber meine Ansichten geltend zu machen.

1) IV, 9.

De Geer fand bei den Feldheuschrecken schon die als Stimmorgane gedeuteten Theile auf, die uns in der Folge Burmeister näher kennen lehrte: »die Organe, welche die Stimme hervorbringen, liegen an der Basis des Hinterleibes, am ersten Segment desselben, eines an jeder Seite, gleich hinter dem ersten Stigma des Hinterleibes. Jedes erscheint als eine halbmondförmige, im Grunde von einer sehr zarten Haut geschlossenen Grube. — In der feinen Haut liegt nahe dem Vorderrande ein kleines braunes Hornstückchen, an welches sich inwendig ein feiner Muskel setzt, der zu einem Vorsprunge der äusseren Hornschiene, welcher oberhalb und vor den Rändern des Stigmas liegt, hinüberläuft. Durch diesen kleinen Muskel wird die Haut, während der den ganzen Körper mit sammt den Hinterbeinen erschütternden Flugbewegungen, in Schwingungen versetzt, und dadurch tönend.«[1]).

Diesem Organ, welches die vorhin genannten älteren Forscher für Stimmapparate hielten, schenkten namentlich Leydig und v. Siebold[2]) grössere Aufmerksamkeit. Sie erkannten darin das Gehörorgan dieser Thiere. Ohne uns schon hier auf diese Ansicht näher einzulassen, wird es unsere nächste Aufgabe sein, nachzuweisen, dass das quästionirte Organ kein Stimmorgan ist. Zur Entscheidung dieser Frage sind folgende Thatsachen wohl zu berücksichtigen:

1. Zunächst ist es unzweifelhaft, dass die Feldheuschrecken allein mit diesem vermeintlichen Singapparate niemals im Stande sind, ihre Locktöne hervorzurufen. Es hat noch kein Beobachter jemals eine Feldheuschrecke schnarren gehört, wenn er nicht zugleich sah, wie sie mit ihren Hinterschenkeln eiligst über ihre Flügel geigte.

2. Wenn man den Feldheuschrecken die Flügeldecken abschneidet, so sind sie nicht mehr im Stande, einen Ton hervorzubringen, obgleich der bezügliche Singapparat unverletzt bleibt.

3. Die eigentlichen Heuschrecken, Gryllen und Heimchen besitzen einen ähnlichen Apparat, aber nicht am Hinterleibe, sondern an den Schienen der Vorderbeine dicht unter dem Knie[3]). Diese Thiere zirpen bei resecirtem Apparate ungeschwächt weiter; somit kann er dort nicht zum Singapparat gestempelt werden.

4. Die Weibchen der Feldheuschrecken besitzen ebenfalls den sogenannten Singapparat, viele geben indess niemals zirpende Töne von

1) Handbuch der Entomologie. Band 1. pag. 512.

2) Ueber das Stimm- und Gehörorgan der Orthopteren. Wiegm. Archiv 1844. T. 10. p. 52. und Müller Archiv 1845. p. 7—8.

3) Vgl. die neueste Arbeit hierüber: Hensen, Gehörorgan bei Locusta. Zeitschrift für wiss. Zool. 1866. Heft 2.

sich. Es wäre demnach dieses Organ als Singapparat aufgefasst für die Weibchen vollständig zwecklos und überflüssig.

5. Werden die Männchen der Feldheuschrecken getödtet und ihres vermeintlichen Singapparates beraubt, so kann man durch Reiben der Schenkel an die Elytra den Ton hervorbringen, wie man ihn im Leben der Thiere zu hören gewohnt ist. FISCHER, welcher ähnliche Versuche angestellt hat, kommt demnach in seinen »Orthoptera Europaea« zu demselben Resultate, wie wir[1]: »Eum (sc. stridorem) a maribus solâ femorum posticorum contra paginam externam elytrorum frictione effici, observatione simplici horum insectorum sub divo nec non periculo alio tibi persuadebis, quum in animali vivo vel vix mortuo, articulis ergo adhuc mollibus praedito illum motum ipse imitaris.« Trotz der mannigfaltigsten Ansichten über den Tonapparat der Feldheuschrecken kommen wir also schliesslich wieder auf die richtige aristotelische Beobachtung, welche vor mehr als 2000 Jahren gemacht wurde, zurück, dass diese Insecten ihre Locktöne durch Reibung der Schenkel an die Flügeldecken hervorbringen.

Es kommt nun darauf an, die reibenden Theile einer mikroskopischen Untersuchung zu unterwerfen, wobei sowohl die innere Fläche der Schenkel, als auch die äussere Fläche der Elytra zu berücksichtigen sind.

Wir wollen hier den Tonapparat des Männchens von Stenobothrus pratorum, einer Feldheuschrecke, welche im Sommer auf allen Wiesen zu Hunderten musicirt, zu Grunde legen. Die Schenkel derselben sind keulenförmig und dabei abgeplattet. Auf der inneren Fläche des Schenkels, welche den Elytren zugewandt ist, befinden sich am Rande ringsherum zwei Adern, welche ein tiefer gelegenes Mittelfeld umsäumen. Von diesen Adern ragt die Zweite, von unten aus gerechnet, am meisten über die Schenkelfläche hervor (Taf. X. Fig. 1. *s.*). Unterzieht man diese Ader einer mikroskopischen Untersuchung, so findet man, dass auf derselben eine Menge kleiner Zähnchen eingelenkt ist. Nicht die ganze Ader ist mit derartigen Zähnchen besetzt, sondern nur der Theil, welcher der Einlenkungsstelle des Schenkels zugewandt ist; von hier aus erstrecken sie sich in einer Ausdehnung von 4,18 Mm. Es ist das gerade die Stelle des Schenkels, welche mit den Elytren in Berührung gebracht werden kann. Die Zähnchen stehen auf der bezeichneten Ader in einer einzigen Längsreihe. Jedes einzelne Zähnchen hat eine lanzettliche Form (Vgl. Fig. 2. *z.*), und ist mit seiner Basis in eine ringartige Vertiefung der Ader eingesenkt, wodurch die Zähnchen

1) Pag. 293.

ein wenig elastisch werden; bei stärkerem Reiben fallen sie aus den ringförmigen Einlenkungsstellen heraus. Die abgestumpften Spitzen der Zähnchen stehen meist 0,055 Mm. auseinander. Die Länge der Zähnchen beträgt 0,045 Mm., ihre Breite 0,025 Mm. Die Anzahl der Zähnchen wechselt; ich zählte bei ein und demselben Individuum an dem linken Schenkel 93, an dem rechten Schenkel nur 85. Es ist nur diese Schrillader mit Zähnchen versehen, alle übrigen sind vollkommen glatt.

Die Flügeldecken sind mit vielen Adern durchzogen, von denen eine Längsader namentlich vor allen übrigen hervorragt. So ist bei Stenobothrus pratorum die dritte Längsader (von unten gezählt) mit einer scharfen erhabenen Kante versehen, welche von der Flügelwurzel so weit sich erstreckt, als die Reibleiste des Schenkels reichen kann. Reibt nun das Thier seine innere Schenkelfläche an die Flügeldecke, so kratzt die gezähnte Schrillader des Sckenkels über jene erhabene Ader des Flügels und bringt die Flügeldecke in tönende Schwingungen. Die Thiere reiben gewöhnlich beide Schenkel zugleich an die Flügeldecken. Nach dem Tode derselben kann man durch Wiederholung dieser Bewegung den Ton täuschend nachahmen, ein endgültiger Beweis, dass der beschriebene Apparat einzig und allein den Ton dieser Thiere hervorbringt. Schneidet man den Thieren die Schrillader der Schenkel fort, so ist man nicht mehr im Stande, durch Aneinanderreiben der Schenkel und Flügeldecken einen Ton hervorzurufen. Der Vergleich mit dem Geigenspiel ist bei diesen Thieren noch zutreffender, als bei den Grillen und Heimchen. Der Schenkel entspricht dem Fiedelbogen, die Schrillader desselben ersetzt die mit Colophonium bestrichenen Pferdehaare des Violinbogens; die erhabene Flügeldeckenader repräsentirt die Saite der Geige, bei deren Anstrich auch die ganze Flügeldecke als Resonanzboden zum Mittönen gebracht wird. Die Akridien sind also die eigentlichen Geiger unter den Insecten, welche je nach ihrer Körpergrösse, als Geiger oder Bratschisten im Insectenconcert figuriren.

Man hat sich bisher mit der Erklärung begnügt, dass die Feldheuschrecken Beine und Flügeldecken aneinander rieben. Nachdem wir aber den Tonapparat an diesen Organen nachgewiesen, wird es uns auch klar und einleuchtend, wie der Ton die metallische Klangfarbe erhält. Die Flügeldecke wird nur an einer einzigen Stelle angegeigt, wobei sie ein wenig vom Körper entfernt gehalten wird. Liegt die Flügeldecke dem Körper dicht an, während die Reibader des Schenkels dieselbe zum Tönen bringt, so verliert der Ton merklich an seiner Helligkeit, wovon man sich bei getödteten Individuen leicht

überzeugen kann. Die Höhe des Tones richtet sich nach der Grösse und Dicke der Flügeldecken; grössere Individuen tönen tiefer, als kleinere. Auf die Klangfarbe wirkt wesentlich die grössere oder geringere Anzahl der Adern im Flügel ein, eine Beobachtung, welche schon von Fischer[1]) gemacht wurde: »Stridor eo fortior, quo magis membrana elytri h. e. certae ejus arcae tensae venisque incrassatis instructae sunt ex. gr. in Stethophymate cothurnato, Stenobothro miniato, melanoptero, biguttulo.« Von einer eigentlichen Tonmodulation kann bei den Feldheuschrecken keine Rede sein, der Ton bleibt stets bei demselben Individuum von gleicher Tonhöhe, nur das Piano, Forte, Crescendo, Decrescendo, Accelerando findet seine Anwendung.

Wir untersuchten auch die Weibchen auf den Tonapparat, und es stellte sich das Resultat heraus, dass auch bei ihnen ein solcher vorhanden sei, aber nie eine derartige Ausbildung erreicht, dass er zum Tönen benutzt werden könnte. Die kleinen Zähnchen auf der Reibleiste des Schenkels sind sehr unentwickelt geblieben; sie bilden nur kleine Spitzchen und ragen kaum aus der ringartigen Höhlung, in der sie eingelenkt sind, mit ihren Enden heraus. Auch die Reibleiste, auf welcher sie stehen, ist nicht so hoch, wie bei den Männchen. Ebenso verhält es sich mit der Ader der Flügeldecken bei den Weibchen, welche angegeigt werden müsste; auch sie ragt kaum oder gar nicht vor den übrigen Adern der Flügeldecken hervor. Sie bleiben also während ihrer ganzen Lebenszeit völlig stumm. Bei getödteten Exemplaren gelingt es auch nie, wie es doch bei den Männchen so leicht ist, durch Aneinanderreiben der Schenkel und Flügeldecken einen Ton hervorzulocken.

Die verschiedenen Arten der zahlreichen Akridien-Familie haben sämmtlich denselben Tonapparat, mit Ausnahme weniger, die später noch besonders besprochen werden sollen. Die Form der Reibleiste auf dem Schenkel ist überall dieselbe; nur wechselt wohl die Anzahl der Zähnchen derselben. So zählte ich bei Stenobothrus viridulum auf dem rechten Schenkel 119, auf dem linken 116 Zähne. Das Weibchen dieser Art besass nur 99 unentwickelte Zähnchen auf der Reibleiste.

In Bezug der Entwickelungsgeschichte des Tonapparates können wir uns sehr kurz fassen. Erst bei der letzten (vierten) Häutung kommen die ausgebildeten Flügeldecken zum Vorschein; somit kann erst in diesem Lebensstadium der Tonapparat zur Anwendung kommen. Die Schenkel hingegen zeigen schon viel früher die Reibleiste mit den Zähnchen. Die Zähnchen sind aber in den früheren Stadien

1) Orthoptera Europaea, pag. 293.

der Metamorphose äusserst klein und kaum aus ihrer Höhlung hervorragend. Erst bei der vierten Häutung, wo auch das Geschlechtsleben der Individuen beginnt, erreichen sie die Grösse und Gestalt, die sie zum Fiedeln äusserst geeignet macht. Die Reibleiste der Weibchen bleibt zeitlebens in dem Larventypus. Die einzelnen Zähnchen entwickeln sich, wie auch die Haare und Schuppen der übrigen Insecten, aus einer einzelnen Zelle der Hypodermis, weswegen sie als Epidermoïdalgebilde aufzufassen sind.

Es muss hier noch einer eigenthümlichen Lautäusserung gedacht werden, welche einige Akridien hören lassen; diese hat Aehnlichkeit mit einem Geklapper. Rösel beschrieb dieses schon bei der »sog. Schmetter- oder Klapper-Heuschrecke, mit deren zwei hochrothen Unterflügeln.« Es ist unsere jetzige Species Pachytylus (Oedipoda) stridulus. Fischer beobachtete ein ähnliches Geräusch während des Fluges bei Stenobothrus melanopterus. Da sowohl die Männchen, als auch die Weibchen das Geklapper hervorbringen, so liegt die Vermuthung nahe, dass dieses Geräusch nicht willkürlich von den Thieren hervorgebracht werden kann. Sie lassen dasselbe nur während des Fluges von sich hören. Ich untersuchte zunächst die Schenkel dieser Arten, ob sich nicht ein Tonapparat an ihnen vorfinde; allein die innere Fläche war vollkommen glatt; daher können sie in sitzender Stellung durch geigende Bewegungen ihrer Schenkel an die Flügeldecken keinen Laut hervorbringen. Fischer ist der Meinung: »Hic stridor non arbitrarius esse, sed modo mechanico venis anticis alarum valde incrassatis, nimirum campi earum marginalis ad elytrorum paginam inferiorem terendis excitari videtur, cui opinioni Geubel quoque (Neuere Beiträge pag. 61) assentitur.« Ich kann nach meinen eigenen zahlreichen Beobachtungen die Ansicht Fischer's nur bestätigen. Die Thiere halten beim Fluge die Flügeldecken senkrecht und unbewegt vom Körper. Die Unterflügel sind fächerförmig und werden beim Fluge ausgebreitet und in raschen Schlägen auf und niedergehoben. Die Längsadern der Unterflügel sind bei diesen Arten sehr stark entwickelt und die ersten, welche den Decken zunächst liegen, reiben während des Fluges an die Decken, wodurch das klappernde Geräusch entsteht.

Die Tonapparate der Familie der Grabheuschrecken (Achetida.)

Das zirpende Getön, welches die zu der Familie der Grabheuschrecken gehörigen Arten hervorbringen, ist schon seit alter Zeit beobachtet worden. Das Gezirpe des Hausheimchens ist ebenso bekannt,

als der noch lautere Ton der Feldgrille. Ueber den Tonapparat der Werre oder Maulwurfsgrille findet man hingegen widersprechende Angaben. Schon der alte Rösel studirte fleissig diese Thierchen, und wir haben es seinem Eifer zu verdanken, wenn wir jetzt mit der leichtesten Mühe diese Insecten einzufangen vermögen. Er erzählt uns nämlich, dass die Feldgrillen ein überaus bissiges Wesen an sich hätten. Man brauche nur in ihre Höhlen einen Strohhalm hineinzustecken, um sie hervorzulocken. Sie vermuthen ihren Feind und setzen sich durch kräftiges Beissen in den Halm heftig zur Wehre, wobei man sie leicht einfängt. Auch die Heimchen lassen sich mit leichter Mühe in grösserer Menge einfangen, wenn man einen Topf in der Nähe ihrer Wohnstätten aufstellt, den man mit einem Papier verschlossen hat, welches in der Mitte sternförmig eingeschnitten ist. Aufgestreuter Zucker oder Brodkrumen locken sie auf die Falle und stürzen sie bald in den Topf hinein. Dass man beim Studium des Tonapparates sich lebendiger Thiere vorzugsweise zu bedienen habe, leuchtet wohl Jedem ein. Gehen wir jetzt zu den Lautäusserungen der einzelnen Arten über.

1. Gryllus campestris (Feldgrille).

Die eingefangenen Feldgrillen sind durchaus nicht blöde in der Producirung ihres Gezirpes; »als ich einmal — sagt Rösel — welche in einer Schachtel zu Hause trug, so nöthigte mich ihr Geschrei, meine Schritte zu verdoppeln, aus Furcht, ich möchte Manchem, der solches hörte, zum Gelächter werden.«

Nur die Männchen der Feldgrille können zirpen. Sie halten ihre Flügel, sobald sie sich zur Hervorbringung des Gezirpes anschicken, etwas erhoben und wenig auseinandergespreizt. Nach den vielfältig bereits vorliegenden Beobachtungen wird der Ton nun dadurch hervorgebracht, dass die beiden Flügeldecken aneinander gerieben werden.

Bei der genaueren Beobachtung finden wir, dass die reibenden Theile an dem Grunde der Flügeldecken liegen; und es können nur eben diese Stellen sein, weil die übrigen Theile der Flügeldecken während des Zirpens in solcher Lage gehalten werden, dass sie sich während des Tönens nie berühren. Bei jedem Schrill klappen die Elytra etwas mehr wieder zusammen. Man kann dieses leicht beobachten, wenn man den ruhig dasitzenden Thieren einen Wassertropfen auf eine Flügeldecke bringt; das Thier breitet dann sofort die Flügeldecken weit und hoch auseinander und schnellt zugleich die Flügelwurzeln aneinander her, um durch diese stossende Bewegung das Wasser herunter zu bringen, was jedesmal mit einem klingenden Schrill verbunden ist.

Beim fortdauernden Zirpen reibt das Thier die Schrillader (Taf. X. Fig. 3. *s*.) der rechten Flügeldecke über die erhabene Leiste der linken Flügeldecke.

Die Grille kann sowohl bei der ausklappenden, als auch bei der einklappenden Bewegung der Flügeldecken einen gellenden Ton hervorbringen, und beide Bewegungen erzeugen einen gleich hellen Ton.

Das Thier wechselt mit den Flügelbewegungen beim Tönen ab. Nachdem es eine Zeit lang den Ton durch Auseinanderbiegen der Flügeldecken hervorgebracht hat, fängt es an, die Schrillader in der entgegengesetzten Richtung über die Leiste des anderen Flügels zu reiben. Nach jedem Schrill — sowohl bei der einschiebenden als ausschiebenden Bewegung der Decken — ist eine Pause und während derselben werden die Decken so gehalten, dass sich kein Flügeltheil berührt; dieses muss dann die Resonnanz bedeutend verstärken. Nur während des Striches der Schrillader berührt die Ader die Leiste des anderen Flügels.

Ich beobachtete auch einigemal, dass die mittleren und hinteren Theile der Flügeldecken aneinander gerieben werden; dies geschieht namentlich dann, wenn sich das Thier recken will oder seine Decken reinigt; niemals entsteht aber dabei ein schrillender Ton, sondern nur ein knisternd knitterndes Geräusch.

Sobald das Thier aufhört zu schrillen, so klappt es nach dem letzten Ton seine Decken zusammen; dadurch wird der letzte Laut viel schwächer, weil durch das Zusammenklappen die Vibration der Flügel aufgehoben wird.

Die Experimente, welche Rösel an den Feldgrillen anstellte, habe ich häufig wiederholt. Schneidet man eine Flügeldecke ein, »so verhinderte die Verletzung nicht, dass das Thier nicht wiederum beide Flügeldecken aneinander riebe und man hörte bald, dass selbiges noch zwitschern konnte; allein jetzt solchen, den eine Geige von sich giebt, deren Boden einen Sprung bekommen.« Schneidet man die Flügel bis auf die reibenden Theile querüber ab, so wird der Ton sehr matt und schwach. [1])

Der Vergleich des Tönens der Grille mit dem Geigenspiel wird noch zutreffender, wenn wir den mikroskopischen Bau des Tonapparates berücksichtigen. Es ist nur eine einzige Ader an jeder Flügeldecke, welche die Stelle des Fiedelbogens vertritt. Da wir bisher keine ordentliche Abbildung der Flügeldecken der Feldgrille be-

1) Vgl. Rösel, Insektenbelustigungen Th. II. Die im Gras lebende grösste Heuschrecke, pag. 54.

sitzen, so habe ich das Geäder Taf. X. Figur 3. wiedergegeben. Die eigentliche Schrillader (Fig. 3 *s.*) ist die zweite Querader auf dem Flügel; sie nimmt einen scharf gebogenen Verlauf. Die Breite dieser Ader beträgt etwa 0,156 Mm. Auf der Unterseite der Flügeldecke ist diese Schrillader mit vielen kleinen Stegen querüber besetzt. Jeder Steg ist 0,078 Mm. lang; sie stehen meist 0,0412 Mm. von einander. Ihre Anzahl beträgt 131 bis 138. Die Figur 4 (Taf. X.) giebt uns ein kleines Ende der Schrillader von der Unterseite gesehen in 109facher Vergrösserung. Wir erkennen die kleinen Stege mit haarscharfem Rücken (Fig. 4. *st.*); seitwärts sind sie einzeln durch kleine Streben unterstützt, um ihr Umbiegen zu verhindern, wenn die Schrillader zum Fiedeln benutzt wird. Diese Ader ragt auf der Unterseite der Flügeldecke am meisten hervor, wodurch sie sich zum Strich besonders eignet.

Mehr Schwierigkeit hat es, genau die Stelle des andern Flügels zu ermitteln, welche die Schrillader anstreicht. Es ist die Ader des Flügels, welche ich in der Figur mit *sa.* bezeichnet habe. Der schrillende Ton wird nun dadurch zu Wege gebracht, dass die Grille mit der Schrillader jene Saitenader des unterliegenden Flügels anstreicht. Gewöhnlich geschieht dieses im Herunterstrich in kurzen Zwischenräumen. Hat dieses eine Zeit lang gewährt, so fährt das Thier im Heraufstrich mit dem Gezirpe fort. Durch den Strich werden beide Flügeldecken zugleich in vibrirende Bewegung gesetzt. Streicht man an einem abgeschnittenen Flügel mit einem Fiedelbogen, so hört man den Ton ebenfalls, aber nur halb so laut, weil ja der Fiedelbogen selbst nicht mittönt.

2. Gryllus domesticus (Heimchen).

Jede Flügeldecke des Heimchens besitzt ebenfalls eine Schrillader, womit sie in tönende Vibration versetzt wird. Die Ader ist gebogen; überhaupt ist die Gestalt und Lage derselben ganz analog den Feldgrillen. Auf der Unterseite der Schrillader befinden sich eine grosse Menge kleiner Stege, etwa 200, welche sämmtlich quer auf der Ader stehen (Taf. X. Fig. 5 *st.*). Beim Heimchen liegen die Stege viel näher bei einander, als bei der Feldgrille; auch sind ihre freien oberen Kanten etwas länger. Jeder Steg hat eine halbmondförmige Gestalt; in der Mitte werden sie durch eine säulenartige Strebe auf der Schrillader befestigt. Die Stege stehen nicht ganz senkrecht, sondern etwas schief. Ihre flach concave obere Kante wird beim Aneinandergeigen der Flügeldecken zum Reiben benutzt. Die Grösse der einzelnen Stege ist nicht gleich,

im Anfange und am Ende der Schrillader sind die Stege sehr klein und unentwickelt, sodass sie wohl schwerlich zum Geigen benutzt werden können. Die in der Mitte der Ader stehenden Stege sind am vollkommensten entwickelt; von ihnen sind etwa 143 vorhanden. Die genaueren Messungen dieser entwickelten Stege ergeben Folgendes: Breite 0,0716 Mm.; Höhe 0,015 Mm.; Breite der Streben 0,0283 Mm.

Der Ton des Heimchens ist höher und schwächer, als bei den Feldgrillen. Den Grund hierfür finden wir einerseits in der geringeren Grösse der Flügeldecken, anderseits aber auch in dem Vorhandensein der grösseren Menge reibender Stege. Die Flügeldecke des Heimchens muss dadurch in mehrere Schwingungen gesetzt werden, und also auch höher tönen, als bei der Feldgrille.

3. Gryllotalpa vulgaris (Maulwurfsgrille).

Die Maulwurfsgrillen bringen den grössten Theil ihres Lebens unter der Erde zu; während der Paarungszeit treiben sie sich auf der Oberfläche umher, klettern sogar auf kleinere Sträuche und lassen selbst von dort aus ihre Töne erschallen. In unserem Schlossgarten, wo diese Thiere zur Plage geworden, kann man ihr Gezirpe, welches schwächer, als das der Heimchen und Feldgrillen ist, häufig genug hören.

Nur die Männchen besitzen einen Tonapparat, der im Ganzen mit dem der vorhergenannten beiden Species die grösste Aehnlichkeit hat. Es wird uns daher der Bau desselben auch ohne Abbildungen verständlich werden können. Am Grunde der Flügeldecken markirt sich ein unregelmässig dreieckiges Flügelfeld, und die Ader, welche dieses Feld hinten begrenzt, ist die Schrillader. Auch sie hat einen gebogenen Verlauf, und trägt querüber 80 bis 82 kleine Stege mit messerscharfem Rücken. Jeder Steg ist von hufeisenförmiger äusserer Umgrenzung. Die Höhe derselben beträgt 0,045 Mm., und ihre Breite 0,06 Mm.; die einzelnen Stege stehen in einem Abstande von 0,065 Mm. Der Mechanismus der Tonerzeugung ist dem der übrigen Grillen analog. Jede Flügeldecke besitzt die Schrillader, und je nachdem die rechte oder linke Decke oben liegt, werden die Schrilladern zum Anstreichen der unten liegenden Decke benutzt.

Ich glaube, hier namhaft hervorheben zu müssen, dass auch bei den Weibchen der Werren diejenige Flügelader, welche der Schrillader der Männchen entspricht, äusserst kleine und unentwickelte Stege besitzt, die jedoch zur Tonerzeugung nicht tauglich sind.

Der Tonapparat der Laubheuschrecken (Locustida).

Bei der beträchtlichen Grösse der Laubheuschrecken kann es nicht auffallend sein, dass wir den Tonapparat dieser Thiere am besten kennen. Er liegt am Grunde der Flügeldecken. Die rechte Flügeldecke liegt unter der linken; auf beide ist der Tonapparat so vertheilt, dass die rechte Flügeldecke das Instrument enthält, welches von dem Fiedelbogen des linken Flügels angegeigt wird.

Die rechte Flügeldecke der Männchen enthält in dem dreieckigen Stücke, welches horizontal dem Hinterleibe aufliegt, eine feine durchsichtige Haut (Spiegel der Autoren), ringsherum eingeschlossen von kräftigen Chitinleisten (Spiegelrand). Hinter diesem grösseren tamburinartigen Instrument liegt noch ein kleineres von dreieckiger Gestalt.

Die linke Flügeldecke zeigt auf der Unterseite etwa 2 Mm. hinter der Flügelwurzel eine sehr kräftige Querader von der Gestalt eines Paragraphenzeichens (§). Auf dieser Ader stehen viele kleine Querstege. Wir wollen auch diese Ader die Schrillader nennen.

Der Ton wird nun in der Weise hervorgebracht, dass die Schrillader der linken Flügeldecke über den erhabenen inneren Rand des Spiegels auf der rechten Flügeldecke gestrichen wird. Durch diese geigende Bewegung entsteht ein sehr lautes Gezirpe, ähnlich wie bei den Heimchen und Grillen.[1]) Die Laubheuschrecken können nie mit den Flügeln abwechseln, dass sie etwa die linke Flügeldecke als Instrument benutzten, welches durch die rechte Decke angegeigt würde. Es hat zwar auch die rechte Flügeldecke auf ihrer Unterseite eine Schrillader; dieselbe ist aber im Vergleich zu der an der linken Decke sehr unvollkommen. Ferner fehlt auch der Spiegel auf der linken Decke; nur sehr schwach sind hier die Adern, welche die dem Spiegel der rechten Decke entsprechende Stelle umgeben. Ebenso verhält es sich mit der Spiegelhaut selbst; dieselbe ist auf dem linken Flügel dicker und mit Adern durchzogen. Die mikroskopischen Details werden wir bei den einzelnen Arten angeben.

1. Decticus verrucivorus (Warzenbeisser).

In der Ruhe liegen die Flügeldecken dem Hinterleibe dicht an, und die dreieckigen Stücke derselben, welche horizontal die Basis des

1) Die älteren Autoren, auch Burmeister, kannten die Reibader nicht, und erklärten die Entstehung des Tones dadurch, dass sie annahmen, die Luft ströme aus den Stigmen und setze die Flügel in schwingend tönende Bewegung. Vgl. Burmeister, Handbuch der Entomologie, Band 1. pag. 511.

Abdomens überdecken und den Tonapparat tragen, liegen so übereinander, dass die rechte Flügeldecke stets unten liegt. Hebt man nun die linke Flügeldecke auf, so tritt uns gleich der Spiegel der rechten Decke entgegen. Derselbe hat eine ansehnliche Grösse, ist 3 Mm. lang und 2 Mm. breit. Die dicken Randadern, welche diese zarte durchsichtige Membran umgeben, stossen so aneinander, dass sie ein unregelmässiges längliches Fünfeck bilden. Die linke Flügeldecke trägt auf der Unterseite die Schrillader; letztere ist 3,5 Mm. lang und in der Mitte 0,216 Mm. breit; nach beiden Enden läuft sie verjüngt zu. Schon mit einer schwachen Lupe sieht man die kleinen Stege, welche querüber auf der Schrillader stehen. Unter dem Mikroskope lässt sich die Zahl der Stege leicht auf 71 Stück bestimmen. Zugleich bemerkt man, dass sie im Vergleich zu den Stegen der Heimchen und Feldgrillen sehr stark entwickelt sind, und eben deswegen bedürfen sie auch der sie stützenden Streben nicht. Ihre Stellung ist nicht ganz wagerecht auf der Schrillader, sondern etwas schief, sodass sie den Anschein eines über die Ader fortlaufenden Schraubenganges machen. Wird von dem Thiere die Schrillader über den Rand des Spiegels gerieben, so entsteht der laute zirpende Ton.

Auf der Unterseite der rechten Flügeldecke, gerade vor dem Spiegel, verläuft eine der Schrillader der linken Decke analoge Ader, sie ist aber hier nur 1,75 Mm. lang, 0,134 Mm. breit und dabei kaum hervorragend. Auch ist die Anzahl der viel winzigeren Stege nur 53. Es kann diese Ader nicht dazu benutzt werden, die linke Flügeldecke anzugeigen; auch wird dieses von dem Thiere selbst nie versucht.

Die Decken der weiblichen Individuen zeigen keine Spur von dem Tonapparate der Männchen; sie sind daher auch in allen Entwickelungsstadien völlig stumm.

2. Locusta viridissima (grosses Heupferd).

Der Tonapparat der grossen grünen Heuschrecke liegt ebenfalls am Flügelgrunde der Männchen. Die rechte Decke enthält den sog. Spiegel. Eine rundliche, etwa 3 Mm. im Durchmesser haltende, glasdurchsichtige dünne Haut wird ringsherum von einem scharfen Rande eingeschlossen. Dieser Spiegel bildet das Tamburin, welches durch die linke Flügeldecke zum Tönen gebracht wird. Diese Flügeldecke lässt zwar auch den Spiegel erkennen, jedoch ist er nie so entwickelt, dass er als tönendes Instrument benutzt werden könnte. Dagegen trägt diese Flügeldecke auf der Unterseite kurz vor dem unentwickelten und mehr angedeuteten Spiegel eine kräftige Ader von 3,2 Mm. Länge, welche schon durch ihre braune Farbe von ihrer Umgebung scharf ab-

sticht. Sie verläuft quer unter der Flügeldecke, ist ein wenig gebogen, und spitzt sich an ihren Enden verjüngt zu. Auf ihrer Oberfläche stehen viele kleine Stege, die in der Mitte der Ader, wo sie am vollkommensten entwickelt sind, 0,234 Mm. lang sind. Die Anzahl dieser Stege ist nicht bei allen Individuen gleich; ich zählte an einem Exemplare 72, an einem anderen 93; jedoch dürfte ihre Zahl wohl nie auf 32 herabsinken, wie es von Fischer gezeichnet wurde. Dadurch, dass diese Schrillader des linken Flügels über den Tonapparat der rechten Decke gegeigt wird, entsteht der laute zirpende Ton dieser Thiere. An der rechten Decke findet sich auch eine der Schrillader der linken Decke analoge Leiste vor. Sie liegt dicht vor dem Spiegel und hat eine Länge von 2 Mm.; die grössten Stege in der Mitte der Ader sind 0,15 Mm. lang. Die Anzahl dieser kleinen Stege beträgt 67. Diese weniger entwickelte Schrillader wird jedoch nie zur Tonerzeugung verwendet. Die Weibchen dieser Art entbehren des Tonapparates und sind vollständig stumm.

Die Lautäusserungen der Käfer.

Viel später, als die Töne der Orthopteren, mussten die Lautäusserungen der Käfer bekannt werden, weil dieselben meistens sehr schwach sind und somit nur bei aufmerksamer Beobachtung wahrgenommen werden können. Daher finden wir auch, abgesehen von der Angabe des Aristoteles, dass die Melolonthen während des Fluges summen, im Alterthume keine einzige einschlägige Beobachtung verzeichnet. Desto mehr werden wir aber durch die Mannigfaltigkeit überrascht, wie die Käfer ihre Töne hervorbringen. Die einfachsten Lautäusserungen entstehen durch Anschnellen der Kiefer gegen die Unterlage, wodurch ein pochendes Geräusch hervorgerufen wird. Andere Käfer reiben verschiedene Körpertheile aneinander, seien es nun die Hinterleibsringel gegen die Flügeldecken, oder die Hinterleibsringel gegen die Coxen der Hinterbeine, oder endlich die Vorderbrust gegen die Mittelbrust. Eine puffend knallende Lautäusserung geben andere Käfer sogar mit dem After von sich. Dazu kommt nun auch der summende Ton während des Fluges, der bei manchen Arten durch eine wirkliche Stimme verstärkt werden kann. Die genauere Kenntniss der Tonapparate lässt sich nur mit Hülfe des Mikroskopes gewinnen, und eben deswegen mussten bei Vernachlässigung dieses Instrumentes die Angaben der älteren Forscher sehr lückenhaft bleiben. In den nachstehenden Erörterungen haben wir nur einheimische Käferarten berücksichtigt, die wir im lebenden Zustande selbst untersuchen konnten.

Die Töne der Bockkäfer (Longicornia).

Wenngleich die Untersuchung des Tonapparates der Bockkäfer unter allen die geringste Schwierigkeit bietet, so sind die bisherigen Angaben darüber doch so ungenau, dass es uns durchaus nothwendig erschien, auch hier das Mikroskop zur Aufhellung der Sachlage zu benutzen. In der älteren Literatur findet sich die unhaltbare Ansicht vertreten, dass die Bockkäfer dadurch ihren Ton hervorbrächten, indem sie den Kopf gegen die Brust rieben. Man überzeugt sich aber sehr leicht, dass dieses nicht der Fall ist. Eben so verkehrt ist es, wenn wir noch in neueren zoologischen Handbüchern[1]) lesen: »Die meisten Käfer dieser Familie geben durch Reiben des Halsschildes an den Flügeldecken einen knarrenden Ton von sich.« Burmeister[2]) hat den Sitz des Tonapparates richtig angegeben, wenn er sagt: »Fast alle Arten dieser sehr grossen Gruppe lassen bei der Berührung einen ziemlich lauten, zirpenden, verschiedener Grade fähigen, aber eintönigen Laut hören, welcher durch Reibung des hinteren Randes des Vorderrückens auf dem verlängerten, in die Höhle des Prothorax etwas hineinragenden, vorderen Theil des Mittelrückens hervorgebracht wird.« Seiner darauf folgenden Bemerkung: »dass beide gegen einander reibende Flächen sehr glatt, im Uebrigen aber mit keiner anderen Auszeichnung versehen seien,« muss ich aber entschieden widersprechen. Burmeister urtheilte in diesem Falle nur nach dem äusseren Scheine, nicht nach genauer mikroskopischer Untersuchung.

Der Tonapparat der Bockkäfer ist ganz ähnlich gebaut, wie bei den Todtengräbern, nur ist der Ort, wo er am Körper angebracht ist, ein anderer. Der Mesothorax verlängert sich gerade vor dem Schildchen, und schiebt sich vermittelst dieser Verlängerung unter den Prothorax. Letzterer ist ringartig und ausserdem beweglich.

Auf der Verlängerung des Mesothorax findet sich eine erhabene Leiste. Dem äusseren Anscheine nach ist dieselbe sehr glatt, wofür noch ausserdem der dem Körper sonst mangelnde Glanz derselben zu sprechen scheint. Bei der mikroskopischen Untersuchung hat man die Vorsicht zu beobachten, die glänzende Fläche nur bei auffallendem Lichte zu untersuchen. Alsdann gewahrt man schon bei 60facher Vergrösserung, dass die Längsleiste in ihrer ganzen Ausdehnung

1) Vgl. Vogt, zool. Briefe, Theil 1. pag. 659.

2) Handbuch der Entomologie. Band 1. pag. 507.

mit äusserst feinen Rillen querüber versehen ist. Im Baue stimmt diese eine Reibleiste mit den beiden Leisten, wie sie sich bei jedem Necrophoren auf dem fünften Hinterleibsringel finden, durchaus überein. Sie hat eine gewölbte Rückenfläche, trägt die feinen queren Rillen und ermangelt der Porencanäle, Haare u. s. w., wie sie auf den übrigen Körpertheilen regelmässig vorzukommen pflegen.

Auch die Innenseite des Prothorax ist nicht glatt, sondern sie trägt an dem hinteren innern Rande ein messerscharfes erhabenes Leistchen.

Die Hervorbringung des Tones geschieht nun in der Weise, dass der Prothorax mit seiner scharfen inneren Randkante über die Reibleiste des unter ihm liegenden Fortsatzes des Mesothorax reibt. Da die Rillen der Reibleiste bei den Bockkäfern viel feiner sind, als bei den Todtengräbern, so entsteht nicht ein schnarrendes Geräusch, sondern es nimmt eine zirpende Tonfärbung an. Einen ähnlichen Ton kann man dadurch hervorbringen, wenn man mit dem Daumennagel über chagrinirtes Saffianleder schnell herfährt.

Es würde überflüssig sein, hier weitere Beweise anzuführen, dass der Tonapparat der Bockkäfer in der angegebenen Weise wirke, da man fast an jeder Species dieser Familie durch das Experiment sich leicht davon überzeugen kann. Selbst getrocknete und wieder aufgeweichte Exemplare aus Sammlungen sind dazu tauglich.

Die Dicke der einzelnen Rillen der Reibleiste steht mit der Körpergrösse der verschiedenen Species genau im Verhältniss. Grössere Böcke haben mächtigere Rillen, als kleinere Arten.

Wir könnten eine sehr grosse Anzahl mikroskopischer Messungen über Breite der Reibleisten, Grösse der Rillen u. s. w. anführen, unterlassen es aber desshalb, weil dieses die Kenntniss des Tonapparates nicht wesentlich beeinträchtigt. Ich musste sie aber deshalb anstellen, um die Allgemeinheit des Satzes feststellen zu können, dass der Ton überall durch die Reibleisten entstehe. Nirgends sind es glatte reibende Flächen, welche etwa ähnlich wie glatte kreischende Thürangeln einen Ton hervorbringen.

Es giebt unter den Bockkäfern sowohl grössere, als auch kleinere Species, von denen wir keine Töne vernehmen. So hörte ich von dem 1½ Zoll langen Forstbock (Prionus coriarius) nie einen Ton; auch konnte ich durch gewaltsame Bewegung des Prothorax nie einen Ton hervorbringen, wie dieses bei den anderen Böcken doch so leicht gelingt. Der Grund hierfür liegt in dem Mangel des Tonapparates. Weder setzt sich der Mesothorax vor dem Schildchen unter den

Prothorax fort, noch auch ist der scharfe reibende Hinterrand der Vorderbrust vorhanden.

Von einer sehr grossen Anzahl, namentlich kleinerer Böcke hören wir aber desshalb keine Töne, weil unser Ohr für dieselben nicht empfindlich genug ist. Es ist eine allgemein beobachtete Erscheinung, dass die meisten grösseren Holzböcke, sobald man sie ergreift, mit ihrem Kopf eine auf- und abwärts biegende Bewegung machen, welche jedesmal von dem bekannten Ton begleitet ist. Es fiel mir nun auf, dass die kleinen Species der Holzböcke, sobald sie ergriffen werden, ganz dieselbe Bewegung machen, wie die grösseren, und doch konnte ich durchaus keinen Ton vernehmen. Um so gespannter musste ich auf die mikroskopische Untersuchung sein, ob hier ein ähnlich gebauter Tonapparat vorhanden sei, oder nicht.

Ich kam zu dem Resultate, dass auch die kleinsten Bockkäfer mit Tonapparaten versehen sind. Die Dimensionen werden natürlich im Verhältnisse zur Körpergrösse der Böcke immer kleiner. Stellen wir etwa die Maasse des Tonapparates zweier Böcke gegenüber, vom riesigen 52 Mm. langen Cerambyx heros und dem sehr kleinen Grammoptera ruficornis (5 Mm. lang).

	Cerambyx heros.	Grammoptera ruficornis.
Länge der Reibleiste	3,4 Mm.	0,375 Mm.
Breite der Reibleiste	3 Mm.	0,25 Mm.
Anzahl der Rillen	238 Stück	113 Stück.
Dicke jeder Rille	0,014 Mm.	0,0033 Mm.

Der ausserordentlichen Feinheit der Rillen der Reibleiste bei den kleinern Bockkäfern ist es zuzuschreiben, dass wir den Ton nicht mehr zu hören vermögen. Besässen wir ein ähnliches Instrument für unser Ohr, wie das Mikroskop für unser Auge, so würde sich eine Mannigfaltigkeit von Tönen herausstellen, von denen wir bis jetzt keine Ahnung hatten. Ich lege hier schliesslich noch ausdrücklich Gewicht darauf, dass wir in den angegebenen Thatsachen einen directen Beweis dafür haben, dass es Thiere gebe, welche Laute hervorbringen, die dem menschlichen Gehör nicht mehr zugänglich sind. Zu einem gleichen Ergebniss, wie hier bei den Käfern, werden wir auch bei den Fliegen gelangen.

Es giebt in der Familie der Bockkäfer nur wenige Arten, welche keinen Laut von sich geben können. Von unseren einheimischen Böcken gehört dazu der grosse Forstbock (Prionus coriarius). Derselbe entbehrt gänzlich des Chitinfortsatzes der Mittelbrust, welcher sich bei den übrigen Gattungen unter den ringartigen Prothorax schiebt.

Die Lautäusserung der Gattung Necrophorus (Todtengräber).

Wenn Swammerdam sagt: »De Schalbyters maken haar geluyt met de hoornagtige deelen van haar Hooft tegens de articulatien der Boorst, en die der staart tegens de schaalen haarer Vleugelen sterk aan te vryven«, so möchten wir mit einiger Sicherheit darin die Beobachtungen erkennen, die er an den Longicornien (Bockkäfern) und an den Nekrophoren angestellt hat. Auch Burmeister führt in seiner Entomologie den gemeinen Todtengräber (Necrophorus vespillo) ausdrücklich an in der Reihe derjenigen Käfer, welche ihre Lautäusserung durch Reibung bewerkstelligen.

Es bringen sämmtliche Arten der Gattung Necrophorus die Lautäusserung in derselben Weise hervor, und eben deshalb können wir uns auf die genauere Beschreibung einer einzigen Art beschränken. Wählen wir dazu den gemeinsten Todtengräber (Necrophorus vespillo) aus, da man an dieser Art die Lautäusserung am häufigsten wird beobachten können.

Der Ton besteht aus einem abgesetzten schnarrenden Laut; er wird hervorgerufen durch die Reibung des fünften Hinterleibsringes an die Hinterränder der beiden Flügeldecken.

Der Hinterleib ist aus acht Ringeln zusammengesetzt; von diesen zeigen die ersten vier einen anderen Bau, als die vier letzten. Erstere liegen stets mit ihrer oberen Hälfte unter den Flügeldecken verborgen und sind demgemäss eben da von weicherer Beschaffenheit, namentlich an den Stellen, wo die Stigmen gelegen sind.

Die vier hintersten Ringel sind sowohl in ihren oberen, wie in ihren unteren Halbbogen sehr fest. Die drei letzten stehen immer unter den Flügeldecken hervor, und sind an ihren hinteren Rändern behaart.

Das fünfte Hinterleibsringel zeigt einen abnormen Bau vor den Uebrigen. Sein oberer Halbbogen ist unter allen der grösste, und zeigt auf der Mitte zwei schmale Leisten, welche nach vorn zu etwas weiter auseinander laufen, als nach hinten (Taf. X. Fig. 6 *h.*).

Die Flügeldecken, hinten abgestutzt, haben am Hinterrande eine starke Chitineinfassung. In der Nähe der Deckennaht erhebt sich letztere zu einer erhabenen Leiste in einiger Entfernung vom Hinterrande der Elytren.

Wird nun das fünfte Hinterleibsringel durch die Muskelcontractionen des Abdomens auf und ab bewegt, so reiben sich die beiden kleinen Längsleisten des fünften Ringels an die quergestellten Leisten

der Elytren, wodurch der Ton entsteht. Der Deckenrand bildet so das Reibzeug, die Leisten des Hinterleibsringels den Reiber. Es entsteht sowohl beim Aufbiegen des Hinterleibes, als auch beim Herunterbiegen des Hinterleibes der Ton, wenngleich er im ersteren Falle viel kräftiger ist.

Die beiden erhabenen Längsleisten sind wohl auf dem Hinterleibsringe angebracht, damit die Deckennaht beim Reiben zwischen denselben Platz finde. Reibzeug und Reiber passen so genau aufeinander; wäre diese Einrichtung nicht so getroffen, so könnten die Flügeldecken leicht beim Reiben auseinandergepresst werden; jetzt aber erhalten sie sich in ihrer natürlichen Lage, da die Randadern der Flügeldecken zwischen den Leisten zusammengeklemmt werden.

Der endgültige Beweis, dass diese Käfer wirklich in der eben angeführten Weise die Lautäusserung hervorbringen, lässt sich leicht führen. Hebt man die Flügeldecken, oder schneidet man die Hinterränder derselben ab, so kann der Todtengräber keinen Ton mehr hervorbringen, weil das Reibzeug entfernt ist. Zu demselben Resultate gelangt man, wenn die obere Hälfte des fünften Hinterleibsringels fortgeschnitten wird. Dagegen lässt sich leicht beobachten, dass der Käfer jedesmal einen Ton von sich hören lässt, so oft er die genannten Theile an einander reibt. Selbst bei getödteten Individuen kann man durch Auf- und Abwärtsbiegen des Hinterleibes den Ton leicht hervorbringen.

Ausserordentlich interessant ist die mikroskopische Untersuchung des Tonapparates bei den Todtengräbern.

Die beiden Längsleisten auf dem fünften Hinterleibsringel sind durch eine grosse Anzahl feiner Rillen in etwa 126 bis 140 Leistchen getheilt (Vgl. Taf. X. Fig. 7. *rl.*, wo ein kleines Ende dieser Reibe gezeichnet ist). Die kleinen Leistchen, welche sämmtlich quer stehen, werden nun durch die Bewegung der Hinterleibsringel über die sehr scharfe hintere Kante der Flügeldecken gestrichen, wodurch in ähnlicher Weise der knarrende Ton entsteht, als wenn man mit der Messerschärfe über die Rillen einer Feile kratzt.

Die messerscharfe Reibleiste jeder Flügeldecke ist 0,86 Mm. lang. Jede der beiden gerillten Reibleisten des fünften Hinterleibsringels ist oben 0,23 Mm. breit, läuft nach unten bis zu 0,16 Mm. Breite verjüngt zu. Der Abstand beider gerillten Leisten beträgt oben 0,5 Mm., unten hingegen nur 0,46 Mm.; ihre ganze Länge misst 1,95 Mm.

Bei Necrophorus mortuorum zählte ich einige Rillen auf jeder Reibleiste mehr, indem ihre Anzahl 153 betrug; jedoch ist auch bei dieser Species der Tonapparat nicht wesentlich verschieden.

Necrophorus humator, dessen Reibleisten 2,2 Mm. lang und 0,2 Mm. breit sind, hat etwas stärkere Rillen. Ihre Anzahl beträgt auf jeder Reibleiste 133.

Das schnarrende Geräusch der Gattung Geotrupes (Mistkäfer).

Sämmtliche Species der Gattung Geotrupes lassen namentlich dann, wenn man sie in der Hand gefangen hält, einen eigenthümlichen schnarrenden Ton von sich hören. Besieht man den Käfer von der Bauchseite, so nimmt man während der Lautäusserung wahr, dass das Thier seinen Hinterleib schnell streckt und einzieht. Da die Flügeldecken sich oben etwas um die Hinterleibsringel umbiegen, so könnte man leicht vermuthen, dass der Ton durch die Reibung der Hinterleibsringel an die Flügeldeckenränder zu Stande käme. Da das Thier aber bei aufgehobenen Decken oder auch selbst nach dem Abschneiden derselben noch schnarren kann, so liegt der Tonapparat ersichtlich nicht an dieser Stelle. Die mikroskopische Untersuchung ergab auch, dass die Chitintheile dieser Leibesgegend keinen abnormen Bau zeigten.

Der Tonapparat liegt bei den Mistkäfern an den Coxen der Hinterbeine. Die Coxen, wodurch jedes Bein an der Hinterbrust eingelenkt wird, sind hier ausserordentlich stark entwickelt und um ihre lang gestreckte Insertionsstelle beweglich. Bei Geotrupes stercorarius, dem gemeinsten Mistkäfer, sind sie 5 Mm. lang und 1,5 Mm. breit. Auf der Unterseite der Coxe erhebt sich eine Leiste, welche durch viele Einschnitte quer in eine grosse Anzahl feiner Rillen gefurcht ist. Die Fig. 8. *rl.* (Taf. X.) giebt das Hinterbein des Mistkäfers in zweifacher Vergrösserung. Die Coxe (*c.*) zeigt die erhabene Reibleiste (*rl.*). Die Reibleiste hat 84 quere Rillen, wovon jede 0,025 Mm. dick ist. Die Breite der ganzen Leiste beträgt 0,36 Mm.

Ueber diese Reibleiste der Coxe wird der scharfe Hinterrand des dritten Hinterleibsringels gerieben, und dadurch das schnarrende Geräusch hervorgerufen. Und zwar ist es der untere Halbbogen des dritten Hinterleibsringels, welcher am hinteren Ende in den scharfen Rand ausläuft. Die beiden ersten Hinterleibsringel sind zarthäutig, das dritte und die folgenden fünf stark chitinisirt. Das Geräusch wird demnach ganz in ähnlicher Weise hervorgebracht, wie wenn man mit einer Messerschärfe über eine gerillte Feile streicht. Die Lautäusserung besteht aus zwei abgesetzten sich folgenden Tönen. Der eine entsteht, wenn die Hinterleibsringe contrahirt werden, und dieser ist der kräftigere und lautere Ton;

den anderen vernimmt man, wenn der Hinterleib wieder in seine normale Ruhelage zurückkehrt, und dieser ist der schwächere Ton. Es tönt sowohl das Männchen, als auch das Weibchen.

Der Tonapparat ist an beiden letzten Coxen ganz symmetrisch gebaut.

Man ist leicht im Stande, das Geräusch auch nach dem Tode des Käfers hervorzubringen; wir brauchen nur mit der Pincette das Ende des Hinterleibes zu-fassen, und den ganzen Hinterleib hin und her zu ziehen.

Bei den übrigen Species dieser Gattung ist der Tonapparat ganz in ähnlicher Weise gebaut. Nur geringe Unterschiede in Bezug auf Anzahl und Grösse der Rillen der Reibleiste walten ob. So zählte ich auf der Reibleiste von Geotrupes vernalis gegen 100 Rillen, die in einem Abstande von 0,02 Mm. quer die Reibleiste furchten. Auch ist hier wegen der geringeren Körpergrösse die Reibleiste nur 0,25 Mm. breit.

Auf der Reibleiste der Coxe von Geotrupes sylvaticus zählte ich 101 Rillen, im gegenseitigen Abstande von 0,025 Mm., an den Enden der Leiste werden die Rillen etwas feiner.

Der Ton der Elateren (Schnellkäfer).

Es ist bereits die Eigenthümlichkeit der Gattung Elater von den Entomologen zur Charakteristik benutzt, dass die Käfer eine lange Spitze an dem Prothorax besitzen, welche in eine Höhle des Mesothorax aufgenommen werden kann.[1]) Dieser Apparat dient zum Emporschnellen der Käfer. Wie uns schon Schmidt hübsch beschreibt, ziehen diese Käfer, wenn man sie berührt, ihre Beine ein. Da die Beine sehr kurz und schwach sind, können die Käfer, wenn sie auf dem Rücken liegen, damit den Boden nicht erreichen, und sie würden sich so nicht wieder umkehren können, wenn sie sich nicht durch das Vermögen, sich in die Höhe zu schnippen, wieder auf die Füsse bringen könnten. Indem das Thier auf dem Rücken liegt, biegt es den Thorax nach dem Rücken oder nach oben, und bringt also den Dorn des Prothorax aus der Höhle, in der er in der Ruhe gelegen ist, zum Vorschein. Nun krümmt sich der Körper plötzlich und dadurch schiesst der Dorn wieder in die Grube und das Insect stösst dabei mit dem Rücken des Thorax kräftig auf den Boden und wird durch diesen Stoss emporgeworfen.

1) »Mucro prosterni in cavitate mesosterni recipiendus«, v. d. Hoeven, Handbuch der Zoologie. Band 1. pag. 508.

Dieses Emporschnippen des Käfers ist mit einem knipsenden Ton verbunden. Derselbe entsteht, so oft der Dorn des Prothorax in die Grube der Mittelbrust geschnellt wird.

Die Grube der Mittelbrust hat eine länglich ovale Oeffnung; ihr Rand ist schmal und nach vorn herzförmig eingekerbt und hat in der Mitte eine seichte Rinne.

Der Dorn der Vorderbrust ist ziemlich lang und auf der Oberfläche, wie auch an der Spitze ziemlich stark behaart, wesswegen der knipsende Ton nicht dadurch hervorgebracht werden kann, dass etwa die Spitze des Dornes auf den Grund der Höhle stiesse.

Bei grösseren Elateren (Elater cuculatus, Illinois) sieht man auf der Unterseite des Dornes in einiger Entfernung von der Spitze desselben schon mit freien Augen einen erhabenen glatten Wulst. Dieser wird beim Emporschnellen des Käfers über den erhabenen Vorderrand der Grube gezwängt. Hat der Wulst den Rand passirt, so knipst es, ganz in ähnlicher Weise, wie wenn der federnde wulstige Knopf eines kleinen eisernen Schlösschens hinter den unterliegenden eisernen Bügel sich knipsend festklemmt.

Die Elateren machen die das Emporschnellen bewirkende Bewegung nicht allein, wenn sie auf dem Rücken liegen, sondern auch dann, wenn man ihren Hinterleib mit den Fingern festhält. Man hört dann das Knipsen mehrere Male hintereinander, so oft sie den Dorn in die Grube schnippen.

Liegen die Käfer mit dem Rücken auf harter Unterlage, so hört man beim Emporschnellen noch einen zweiten Ton, der dadurch hervorgebracht wird, dass der Rücken gegen die harte Unterlage stösst.

Das Klopfen durch Anobium pertinax (Todtenuhr).

Da das Pochen dieses kleinen Käfers rythmisch ist, und einige Aehnlichkeit mit dem Schlagen einer Taschenuhr hat, so ist dieser Lautäusserung der Name »Todtenuhr« beigelegt, weil abergläubische Menschen darin den sicheren Vorboten eines Todesfalles hören wollten. Man erkannte jedoch bald, dass dieses unheimliche Uhrgetick von einem kleinen Käferchen herrühre. Es haben sich bereits viele Forscher[1]) Mühe gegeben, die Entstehung des tickenden Tones genauer zu beschreiben; es finden sich jedoch bei ihnen viele unrichtige Angaben.

Man kann die Käferchen leicht beim Ticken selbst beobachten. Zu diesem Zwecke pflegte Herr Prof. Karsch mehrere Käferchen in

einem kleinen Holzdöschen in seine Vorlesung mitzubringen. Er brauchte nur mit dem Nagel seines Zeigefingers schnell hintereinander auf das Katheder zu klopfen, so beantworteten die Käferchen diesen Lockton sofort. Die Thierchen sind so frech, dass sie auch bei geöffnetem Deckel das Ticken fortsetzen, und man kann dann leicht beobachten, auf welche Weise sie das Geräusch zu Stande bringen. Sie setzen ihre sechs Beine an eine Stelle fest auf; dabei machen sie mit dem Körper, in der Richtung nach vorn und hinten, hin und herschlagende hämmernde Bewegungen. Durch das Aufschlagen des Körpers auf die harte Unterlage entsteht das eigenthümliche Ticken. Schwierig ist es, zu entscheiden, ob der einzelne tickende Ton durch das Anprallen des Kopfes oder des Abdominalendes gegen die Unterlage zu Stande kommt. Bei genauerer Beobachtung überzeugt man sich jedoch bald, dass jedesmal, wenn die Oberkiefer des kapuzenartig eingezogenen Kopfes das Brett berühren, ein tickendes Geräusch entsteht. Durch die schnelle Wiederholung der auf- und niederschlagenden Bewegung des Körpers kommt dann das einer tickenden Uhr ähnliche Geräusch zu Stande. Einen eigenen Tonapparat finden wir demnach bei diesem Käfer nicht.

Das Summen der Maikäfer (Melolontha).

Bevor die Maikäfer sich zum Fluge anschicken, machen sie eigenthümliche Bewegungen. Sie recken den Kopf vor und zurück, heben die Flügeldecken auf und nieder, und die Oberfläche des Hinterleibes wird stark auf- und abbewegt. Schon den Kindern fällt diese Erscheinung auf, indem sie sagen: Der Maikäfer »zählt«.

Diese den Flug vorbereitenden Bewegungen haben den Zweck, die Respirationsorgane mit Luft anzufüllen. Die Tracheen durchziehen in zwei Längsstämmen den Körper; von ihnen gehen die Aeste zu den Stigmen, und anderseits zu den Körperorganen. Letztere Aeste tragen eine grosse Anzahl Blasen, kleinen Ballons vergleichbar. Sie haben oft einen Durchmesser von zwei Millimetern, sodass man sich wundern muss, das sämmtliche Tracheenblasen in dem Körper des Käfers Platz finden. Die Tracheenblasen des Männchens sind im Ganzen grösser, als bei den Weibchen. Um die Anzahl zu bestimmen, habe ich mir die Mühe gegeben, sämmtliche Bläschen herauszupräpariren, und ich fand gegen 550 Stück.

1) Dale, on the Ticking of Anobium. Magaz. of N. H. ser. 1. 1834. T. 7. p. 472. Edmonds, The Death-watch; the Ticking of Anobium. Ebendaselbst. p. 468. Westwood, Note about the Ticking of Anobium. Ebendaselbst. pag. 470.

Wir können uns das Einpumpen der Luft nicht erklären, wenn wir nach der gewöhnlichen Ansicht annehmen, dass die Stigmen einfach offene Löcher sind; denn in diesem Falle würde beim Einathmen gerade so viel Luft in den Körper eintreten, als beim Ausathmen ausgestossen wird.

Um zu bewirken, dass beim Ausathmen weniger Luft aus dem Körper tritt, als beim Einathmen, ist hinter dem Stigma an der Trachee ein eigenthümlicher Apparat angebracht, den ich den Tracheenverschluss genannt habe. In demselben liegt zugleich beim Maikäfer der Brummapparat.

Hinter dem Stigma[1]) setzt sich ein Tracheenast an, dessen Oeffnung in das Stigma mündet. An einer Seite ist das letzte Ende der Trachee stark chitinisirt und bildet einen Bügel von 0,316 Mm. Länge und 1,116 Mm. Breite. Diesem Bügel gegenüber stehen auf der Oberfläche des Tracheenrohres zwei kleine Kegel in einem gegenseitigen Abstande von 0,078 Mm. Mit ihrer Basis — die 0,1734 Mm. misst — stehen sie auf der Oberfläche der Trachee. Die Kegelchen sind 0,172 Mm. hoch. An den Spitzen der Kegelchen sind zahlreiche Muskelfasern angeheftet, die zusammen ein 0,2615 Mm. dickes Bündel ausmachen. Die einzelnen Muskelfäserchen sind äusserst dünn (0,0192 Mm.); im Ganzen sind beim Maikäfer 286 an jedem Tracheenverschluss vorhanden. Zu den Muskelfasern führt ein Nerv, der sich kurz vor dem Eintritt in den Muskel in 12 bis 14 Fasern theilt; die Dicke des Nerven bestimmte ich auf 0,027 Mm. Im Innern des Tracheenrohres, unter der Einlenkungsstelle der beiden Kegelchen ist eine dünnhäutige Zunge befestigt. An ihrer Basis ist sie 0,2932 Mm. breit und ragt mit einer Länge von 0,1539 Mm. in das Lumen des Tracheenrohres hinein.

Der Mechanismus des Tracheenverschlusses kann uns nicht mehr unklar bleiben. Sobald der Muskel contrahirt wird, drücken die Kegelchen auf die Tracheenwand und eben dadurch auch auf die Basis der Zunge. Diese wird gegen den Bügel gedrängt und der Verschluss ist bewerkstelligt.

Der Zweck des Tracheenverschlussapparates leuchtet von selbst ein. Will sich das Thier mit Luft vollpumpen, so schliesst es bei der ausathmenden Bewegung den Verschluss. Die Luft kann nicht durch die Stigmen entweichen und muss, bei anhaltender Contraction sämmt-

1) Da ich in der Abhandlung: »Der Tracheenverschluss bei den Insecten« (in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Band XVII., Heft 2.) in der Figur 2 eine Abbildung des Stimmapparates des Maikäfers gegeben, so kann ich auf die dort gezeichnete Figur verweisen, wenn die hier gegebene Beschreibung nicht anschaulich genug sein möchte.

licher Respirationsmuskeln, in die zahlreichen Tracheenblasen gezwängt werden. [1])

Bei keiner anderen Käfergattung habe ich in dem Tracheenverschlusse eine solche Zunge vorgefunden, wie sie der Maikäfer besitzt. Sie ist im Innern des Tracheenrohres gerade unter der Basis der Verschlusskegel angewachsen. Auf ihrer Oberfläche zeigt sie eine sehr feine bogige Rillenzeichnung. Da diese Zunge bei Einwirkung von Kali nicht angegriffen wird, so besteht sie, wie die innere Tracheenhaut, aus Chitin.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass diese Zunge beim raschen Aus- und Einströmen der Luft in vibrirende Bewegung gesetzt wird und dadurch den sehr starken Brummton der fliegenden Maikäfer hervorruft. Der Flügelschlag bringt natürlich auch ein Gesumme hervor; aber ein so starker Ton kann durch denselben allein nicht hervorgebracht werden; er muss der vibrirenden Brummzunge des Tracheenverschlusses zugeschrieben werden. Da der Maikäfer am Hinterleibe allein 14 Tracheenverschlüsse und also ebenso viele Brummzungen besitzt, so muss durch die Thätigkeit einer so grossen Anzahl vibrirender Organe die Stimme des Käfers bedeutend verstärkt werden.

Die Lautäusserungen der Dipteren.

Die Mücken und Fliegen sind wohl unter den Insecten am mannigfaltigsten mit Apparaten, für Lautäusserungen eingerichtet, bedacht worden; und eben daher lassen sich die widersprechenden Ansichten der Forscher erklären, welche über diesen Gegenstand ihre Untersuchungen angestellt haben. Schon Aristoteles versuchte es in einer bewunderungswürdig sinnreichen Weise, das Problem des Tönens der Fliegen zu erklären. Er sagt nämlich von ihnen und einigen anderen Insecten, dass sie dadurch das ihnen eigenthümlich zukommende Gesummse bewirken, dass sie durch den dünnen häutigen Theil, wodurch die Brust mit dem Hinterleibe zusammenhängt, die Luft mit grosser Schnelligkeit hin- und hertrieben. In dieser dünnen häutigen Röhre werde nämlich die Luft eingeengt und setze die Röhre selbst in eine vibrirende, das Gesummse bewirkende Schwingung. Zur Erklärung dieses Vorganges bedient er sich eines höchst sinnreichen Vergleiches. Er sagt nämlich, der summsende Ton komme gerade in der Weise zu

1) Sollten nicht auch die Vögel den zweiten Kehlkopf dicht vor der Theilung der Bronchien besitzen, um durch dessen Mechanismus die Luft in die Knochen etc. hineinzuzwängen?

Stande, wie wenn Knaben durch einen durchbohrten Schilfstengel, an welchem die innere Haut jedoch unverletzt sein muss, ihren Athem hindurchzwängten. Und in der That, nehmen wir einen getrockneten Schilfhalm, tragen vorsichtig den harten Theil an einer Seite ab, aber so, dass die darunter liegende dünne innere zellige Haut unverletzt bleibt, und zwängen alsdann durch den Schilfstengel unseren Athem, so werden wir finden, wie auf diese Weise durch die Schwingung der feinen Membran ein Ton entsteht, der mit dem Gesummse der Bienen und Fliegen grosse Aehnlichkeit hat. Dieser höchst sinnreiche Versuch, durch den Aristoteles unser Problem zu lösen versuchte, reicht aber in der That nicht aus. Denn wenn wir auch, wie ich dieses oft versucht habe, Bienen oder Wespen oder grösseren Fliegenarten den dünnen häutigen Theil zwischen Brust und Hinterleib unterbinden, sodass also von einer Luftströmung in demselben durchaus keine Rede mehr sein kann, so wird dennoch, sobald ich das Insect wiederum in Freiheit setze, das Gesummse nicht wesentlich beeinträchtigt, geschweige denn, dass es völlig aufhörte, wie es ja doch die aristotelische Auffassung fordert.

In Anbetracht solcher Unhaltbarkeit versuchten manche Gelehrte der Neuzeit eine andere Erklärung des Summens der Dipteren zu geben. Burmeister, unstreitig einer der ersten Entomologen unserer Zeit, sagt, es entstehe das Summen durch die Luft, welche aus den hinteren Bruststigmen aus- und einströmt. Es befinde sich an dem Bruststigma eine halbmondförmige, aus Hornblättchen bestehende Scheibe, welche durch die Luftströmung erschüttert, den Ton bewirke. In wie weit diese Erklärung richtig ist oder nicht, wird sich aus den späteren speciellen mikroskopischen Untersuchungen der Stimmapparate bei den Dipteren ergeben.

Erichson, der als ausgezeichneter Entomolog Burmeister in seinem Ruhme nicht nachstehen möchte, versucht das Problem dadurch zu lösen, dass er sagt, das Summsen entstehe durch die knitternde und vibrirende Bewegung, welche das Insect durch Aneinanderreibung der Hinterleibsringel erziele. Aber wie steht es mit dieser Erklärung, wenn wir dem Insect den ganzen Hinterleib wegschneiden, ohne dass eine beträchtliche Verminderung des summenden Tones einträte?

Oken, dem auch C. G. Carus und Andere beistimmen, glaubt, dass »die Mücken und Fliegen den Ton dadurch hervorbringen, indem die Flügelwurzeln in ihren Gelenkhöhlen sich reiben, und zwar ohne dass die Schwingkölbchen dazu beitragen.« Dass der Ton nicht allein auf diesem Wege entstehe, sieht man leicht ein, wenn man die Reibung der Flügelwurzeln entweder durch Wegschneiden oder durch

Einölen verhindert, wobei die Thiere unbehindert ihre Töne erschallen lassen.

Unter den Laien habe ich so oft die Ansicht aussprechen hören, als wenn die Insecten durch den Mund Töne hervorzubringen im Stande wären; es giebt jedoch kein einziges Insect, welches in dieser Weise organisirt wäre.

Es wird uns nach diesen Erörterungen einleuchtend sein, dass die angeführten Versuche vorbedachter Forscher, das Tönen der Dipteren zu erklären, meist als misslungen zu erachten sind, wir sehen uns demnach darauf hingewiesen, eine andere Erklärung dieser Erscheinungen zu geben.

Die erste Thatsache, auf welche wir zu allererst unsere Aufmerksamkeit zu richten haben, ist meiner Ansicht nach die, dass in der Regel dann, wenn wir ein Insect tönen hören, wir auch eine Bewegung der äusseren Organe wahrnehmen. Zum anderen scheint es mir aber auch durchaus nothwendig zu sein, bei Betrachtung des Tönens dieser Insectenreihe auf die verschiedenen hohen und tiefen Töne, welche die Thiere von sich zu geben im Stande sind, unser Augenmerk zu richten. Sehen wir die Dipteren in der Luft unbehindert umherfliegen, z. B. die gemeine Schmeissfliege (Musca vomitoria), so vernehmen wir einen relativ tiefen Ton des Summens und dabei sind die Flügel und die Schwingkölbchen in heftig vibrirender Bewegung. Fasst man hingegen das Insect in der Weise an, dass es ausser Stande ist, die Flügel bewegen zu können, so vernimmt man einen bedeutend höheren Ton des Summens, und man bemerkt, wie die Ringe des Hinterleibes durch gegenseitig an einander statthabende Reibung vibriren; auch sieht man zuweilen den Kopf heftig nach beiden Seiten sich bewegen. Ergreift man aber endlich die Fliege so, dass weder Flügel noch irgend ein Theil des Körpers der Bewegung fähig bleibt, so vernimmt man den höchsten Ton des Summens.

Aus diesen Beobachtungen glaube ich den Schluss ziehen zu müssen, dass das Tönen der Dipteren durch Vibration verschiedener Körpertheile hervorgebracht wird und zwar je nach der Höhe oder Tiefe der Töne, welche das Insect hervorbringt. Fliegt es frei umher, so sind es die schwingenden Flügel, welche durch ihre enorme Schwingungsgeschwindigkeit oder gar durch Anschlagen wider die harten Wandungen der Brust den verhältnissmässig tiefen Ton erzielen. Dass aber überhaupt ein so kleines und anscheinend winziges Thier so heftige Schwingungen hervorbringen könne, wird uns einleuchtend, wenn wir bedenken, dass unter allen Thieren das Muskelleben bei den Insecten

am höchsten entwickelt ist. Also entsteht zunächst ein relativ tiefer Ton durch die vibrirende Flügelschwingung.

Fasse ich aber das Insect so an, dass ich die Flügel an der Schwingung hindere, indem ich sie etwa andrücke oder auch abschneide, so erzeugt es — wenigstens ist es bei unserer Schmeissfliege der Fall — durch Vibration und gegenseitige Reibung der Segmente des Hinterleibes einen Ton, auf den schon Erichson aufmerksam machte; mitunter wird dieser Ton, der mehr einem knisternden Geräusch gleicht, verstärkt durch die heftige Schwingung des Kopfes wider die Vorderwand des Thorax. Wir sehen den Kopf mit ungeheurer, kaum mit den Augen zu verfolgender Geschwindigkeit um seine Axe nach rechts und links hin schnellen. Wir werden noch unten dieser Erscheinung einen besonderen Paragraphen widmen.

Alle vorbenannten Töne der Dipteren werden durch Vibration äusserer Körpertheile hervorgebracht; sie sind aber ausserdem im Stande, eine Stimme erschallen zu lassen. Die Fliegen bringen durch die Stigmen der Brust ihre Stimme hervor. Der Beweis für diese Behauptung ist in der That sehr leicht zu führen; er wird aus den nachfolgenden Beobachtungen sich von selbst ergeben.

Ich fand zu diesen Untersuchungen grössere Fliegen am geeignetsten, die Schmeissfliegen, namentlich aber die Schlammfliegen (Eristalis).

Bringt man eine recht lebenskräftige Schlammfliege — heisse Sommertage sichern das Gelingen des Experimentes unfehlbar — unter Wasser, so werden die äusseren Körpertheile dadurch behindert, in schwingend vibrirende Bewegung versetzt zu werden, und dennoch vernimmt man einen sehr deutlichen hohen Ton; es ist die Stimme der Fliegen.

Dem Organ, womit die Stimme hervorgebracht wird, kommen wir schon näher auf die Spur, wenn wir folgendes Experiment anstellen. Ich schneide einer recht lebenskräftigen Brumm- oder Schlammfliege schnell den Kopf ab, trenne die Flügel mit ihren Gelenkwurzeln von der Brust, reisse die sechs Beine aus und schneide schliesslich auch den Hinterleib ab. Auf diese Weise erhalte ich die Brust in dem Zustande, dass alle äusseren Organe, die in Bewegung gesetzt werden könnten, mit alleiniger Ausnahme der Schwingkölbchen, entfernt sind. Und trotzdem tönet dieser Rumpf. Der Ton wird etwas geschwächt, wenn man auch die Schwingkölbchen entfernt. Es müssen also innere Stimmorgane vorhanden sein, und diese erkennen wir in den Stigmen des Thorax.

Die Dipteren haben an der Brust vier Stigmen, von denen zwei am Prothorax und zwei am Metathorax liegen. Verklebt man dieselben mit Gummi arabicum oder mit Wachs, so sind die Thiere nicht im Stande, ihre Stimme hören zu lassen. Nur bei denjenigen Fliegen und Mücken, denen überhaupt eine Stimme zukommt, sind die Stigmen zu Stimmorganen umgewandelt. Viele Fliegen besitzen vier Stimmapparate; als Beispiel hebe ich die gemeine Schmeissfliege hervor, deren Stimme auch sehr stark ist. In diesem Falle sind die hinteren Brummapparate kräftiger und grösser entwickelt, als die beiden vorderen. Andere Fliegen besitzen nur zwei Stimmorgane, und es sind dann entweder die ersten oder die letzten Bruststigmen zu denselben umgewandelt.

Ein einzelner Brummapparat hat im Allgemeinen folgenden Bau: Die zahlreichen Tracheen der Brust treten allmählich zusammen bis sie in der Nähe eines jeden Stigma's ein einziges Rohr bilden. Dieses weitet sich am Ende in eine halbkugelige Blase aus, deren äussere Oeffnung der Stigmenrand bildet. Die Tracheenblase faltet sich häufig in zierliche Blättchen. Diese werden auseinandergehalten durch einen besonderen Brummring, welcher dicht unter der Stigmenöffnung liegt. Wird nun die Luft aus den Tracheen des Körpers ausgestossen oder von Aussen eingesogen, so setzt dieselbe die Chitinblättchen in der Brummhöhle in schwingende Bewegung. Wir nennen den Ton, der dadurch entsteht, nach dem Vorgange des Aristoteles mit Recht eine Stimme, weil er durch die Respirationsorgane hervorgebracht wird.

Die Dipteren wären somit nicht nur im Stande, durch die Vibration äusserer Körpertheile Töne hervorzubringen, sondern es kommt ihnen auch eine wirkliche Stimme zu. Der Bau der Stimmapparate ist ausserordentlich mannigfaltig; und wir müssen deswegen die mikroskopische Untersuchung derselben bei einzelnen Gattungen und Arten anstellen, um ein anschauliches Bild davon zu bekommen.

Die vier Brummapparate der Brummfliege (Calliphora vomitoria).

Jede Brummfliege hat vier Brummapparate; zwei grössere und zwei kleinere. Die Grossen liegen am Metathorax in der Nähe der Schwingkölbchen; die kleinen hingegen finden sich in dem Prothorax. Gehen wir zunächst auf die Beschreibung der hinteren Brummapparate näher ein.

Wir unterscheiden an jedem der grösseren höchst complicirten Brummapparate der gemeinen Brummfliegen folgende Haupttheile:

1. Die Brummhöhle.
2. Die Brummklappen.
3. Den Brummring.
4. Die luftzuführenden Tracheen.

Die Brummhöhle bildet einen halbkugeligen Raum, dessen obere Oeffnung in dem Chitinskelet des Metathorax eingefalzt ist. Hier verdicken sich ihre Ränder ein wenig; an Gestalt ähnelt die äussere Oeffnung einem Herzen; sie ist 0,8 Mm. lang und 0,6 Mm. breit.

Die äussere Oeffnung der Brummhöhle wird vollständig überdeckt, durch zwei Brummklappen oder Brummladen von ungleicher Grösse. Ihre Gestalt erkennen wir am besten in der Fig. 9. *kk*. *gk*. Jede Klappe besteht aus steifen Chitinhaaren, die sich ins Feinste verzweigen und verflechten, sodass dadurch ein zusammengewebter Fächer entsteht. Die kleine Klappe (*kk*) ist beweglich eingelenkt und liegt mit ihrem äussersten Rande ein klein wenig über der grösseren. Die kleine Klappe lässt sich ein wenig nach Aussen öffnen; die grosse ist ganz festgewachsen. Beide Klappen sind offenbar desshalb vorhanden, um eintretendem Staube den Zugang zu verwehren; ihr zart durchbrochener Bau verhindert dagegen nicht, dass die Luft hindurchströme; inwiefern dieselben zur Hervorbringung des Gesummes beitragen, werden wir noch später angeben.

Unter diesen Klappen liegt der Brummring (Taf. X. Fig. 10.). Er ist von ovaler Form und liegt, da er etwas kleiner als die Brummhöhle ist, frei in derselben, nur an seinem oberen und unteren Pole ist er in der Höhle festgewachsen. Auf den Bau dieses Brummringes haben wir vorzüglich unsere Aufmerksamkeit hinzulenken, um die Entstehung des Brummens erkennen zu können.

Wenn man von Innen den Brummapparat betrachtet, so sieht man zunächst, dass sich die massenhaften Tracheen des Thorax allmählich vereinigen, bis sie schliesslich in ein Rohr sich sammeln, welches sich in einen einzigen Sack ausweitet, der mit seiner Mündung an der Basis der obengenannten fedrigen Klappen angeheftet ist.

Diesen Tracheensack, die innere Auskleidung der Brummhöhle, hält der Brummring auseinander. Präparirt man den Brummring heraus, so nimmt man zuerst seine elastische Spannung wahr; er klafft dann gleich auseinander. In der Mitte hat er nämlich ein federndes Bindeglied (Taf. X. Fig. 11. *fm*.).

An dem Ringe sind zwei Stimmbänder befestigt; sie hangen gardinenartig in demselben. Ihre inneren Ränder liegen dicht neben einander und bilden die Stimmritze.

Wird nun die Luft aus den Tracheen in die Brummhöhle gepresst,

so setzt sie die Stimmbänder in tönende Vibration. Es mögen auch die Stimmbänder häufig an die fedrigen Verschlussklappen rauschen, da die Stimme dieser Fliegen nicht rein ist, sondern immer eine schnarrende Coloratur hat. Bei den Eristalis-Arten ist die Stimme viel reiner, weil dort die Haare, welche das Stigma oben verschliessen, gar nicht mit den zahlreichen Stimmbändchen in Berührung kommen können.

Um Wiederholungen zu vermeiden, gehe ich hier auf die Bedeutung der Schwingkölbchen und auf die Erzeugung des Tones nicht näher ein; es wird dieses bei den Schlammfliegen näher auseinander gesetzt werden.

In dem federnden Zwischenstücke des Brummringes mündet ebenfalls ein Trachee (Taf. X. Fig. 10.); es ist aber unmöglich, festzusetzen, ob auch diese zur Hervorbringung der Stimme beiträgt. Jenes Zwischenstück hat zwar die Form und den Bau eines kleinen Kehlkopfes, wie die genaue Abbildung desselben schon hinreichend auch ohne nähere Beschreibung erläutern wird.

Es bleibt uns nun noch übrig, einerseits die Maasse des Brummapparates anzugeben, und andererseits auf den feineren mikroskopischen Bau näher einzugehen.

Die gardinenartigen Stimmbänder (Taf. X. Fig. 11. *st. st'.*) im Brummringe sind 0,22 Mm. breit; ihre Dicke beträgt nur 0,003 Mm. Schon bei schwacher Vergrösserung zeigt sich eine grössere zellenförmige Zeichnung von der gewöhnlichen hexagonalen Form. Jedes Zellenfeld (Taf. X. Fig. 11. *z.*) hat 0,0134 Mm. im Durchmesser; es wird zusammengesetzt aus etwa 36 kleinen Feldchen, etwa jedes 0,0016 Mm. gross. Letztere sind cylindrische Zellchen, welche nur eine einzige Lage bildend das Stimmband zusammensetzen.

Die Brummfliegen haben zwei solcher Brummapparate, welche unter den Flügeln in der Nähe der Halteren liegen. Ausserdem kommen am Thorax dieser Fliegen noch zwei andere Stimmapparate vor. Letztere befinden sich nämlich in den beiden ersten Thoraxstigmen. Da sie im Allgemeinen den Grösseren ähnlich construirt sind, so können wir uns bei ihrer Beschreibung schon kürzer fassen.

Man erkennt die ersten Stigmen an der Brummfliege schon leicht an ihrer gelben Färbung. Sie werden gebildet aus einem länglichen Spalt, dessen Ränder rings herum ganz gleichmässig mit fein verzweigten gelben 0,315 Mm. langen Haaren besetzt sind. Letztere convergiren und verhüten das Eindringen fremder fester Körper; insofern haben diese Stigmen Aehnlichkeit mit den Stigmenlippen der Eristalis- und Syrphusarten. Es ist nur hier auffallend, dass sich die obere

äusserliche Bedeckung der hinteren und vorderen Brummapparate bei den Brummfliegen so verschieden herausstellt.

Die Thoraxtracheen vereinigen sich auch hier und endigen in einem grösseren Sack, dessen Oeffnung das schmale längliche Stigma bildet.

Um diesen Tracheensack auseinander zu halten, liegt ein Chitinring in demselben, welcher eine länglich ovale Form hat. An dem einen Pole finden wir in dem Ringe ein elastisch federndes Mittelglied (Taf. X. Fig. 12. *fm.*). Präparirt man den Ring heraus, so reisst gewöhnlich der Ring an dem entgegengesetzten Pole, und das Zwischenstück biegt die beiden Bügel des Ringes auseinander. Das Zwischenstück ist 0,2 Mm. hoch und 0,175 Mm. breit.

Die beiden Hälften des Ringes sind an der Stelle, wo sie sich an das Mittelstück ansetzen, breiter, und verschmälern sich allmählich. Oben ist der Bügel 0,04 Mm. breit, unten nur 0,02 Mm.

In dem Brummringe sind die Stimmbänder gardinenförmig angebracht (Taf. X. Fig. 12. *sb. sb'.*). Abgesehen von den geringeren Dimensionen stimmen dieselben mit den Stimmbändern der hinteren Brummapparate völlig überein.

Stellen wir der Uebersicht wegen die Maasse der einzelnen Theile der Brummringe nebeneinander:

	Der Brummring des Brummapparates am Prothorax:	Der Brummring des Brummapparates am Metathorax:
1. Federndes Zwischenstück	0,2 Mm.	0,216 Mm.
2. Länge der anliegenden Halbringe	0,516 ,,	0,667 ,,
3. Dicke derselben am Grunde	0,04 ,,	0,083 ,,
4. Die gardinenförmigen Stimmbänder, breit	0,16 ,,	0,34 ,,
lang	0,25 ,,	0,659 ,,
5. Die feinen hexagonalen Zeichnungen der Stimmbänder	0,017 ,,	0,02 ,,

Die Brummapparate dienen den Fliegen nicht allein zur Hervorbringung ihrer Stimme, sondern auch zur Fortbewegung des Körpers in der Luft. Die Tracheen der Brust bilden zwei grössere Stämme, welche an beiden Seiten die Brust in der Längsrichtung durchziehen. Von diesen grösseren Luftreservoiren verlaufen zu den

kräftigen Muskeln und anderen Organen viele Stämmchen. Grössere Aeste gehen zu den Brummapparaten, schwellen dort zu halbkugeligen Blasen an und bilden auf diese Weise die Brummhöhle, auseinander gehalten durch den Brummring. Da nun die hinteren grösseren Brummapparate an der hinteren abgestutzten Fläche des Metathorax liegen, so muss die Luft, welche aus denselben mit Gewalt ausgepresst wird, die Brust und eben damit auch den ganzen Körper nach vorn treiben.

Dass diese Fortschiebung des Körpers durch die aus den grösseren Brummapparaten strömende Luft wirklich stattfindet, lässt sich leicht experimentell nachweisen. Schneidet man einer Brummfliege den Kopf, die Beine und die Flügel ab, und legt das Thier rücklings auf den Tisch, so schiebt sich der Körper langsam, aber regelmässig, voran, so oft der Rumpf an zu brummen fängt. Viel schneller wird diese Fortbewegung, wenn die Unterlage weniger Reibung entgegensetzt, etwa auf einer untergelegten Glasplatte. Eine noch schnellere Bewegung in der Richtung nach vorn tritt ein, wenn man den seiner Bewegungsorgane beraubten Rumpf mit der Rückenseite auf die Oberfläche des Wassers legt. Selbst wenn man den Hinterleib von der Brust trennt, findet doch noch dieses schnelle Voranschieben der Brust durch die beim Brummen ausströmende Luft statt.

Der Brummapparat der Schlammfliegen (Eristalis).

Die Schlammfliegen gewinnen in ihrem bienenartigen Aeusseren noch mehr durch das starke Gesumme, welches sie durch ihren Stimmapparat hervorbringen. Diese Thiere werden hier zu Lande wegen ihres bienenähnlichen Habitus »Wandimmen« genannt, und man muss die Knaben eingehend von dem Mangel des Giftstachels überzeugen, ehe sie sich dazu bewegen lassen, dieselben mit den Händen zu berühren. Es ist wohl in keiner Fliegengattung der Brummapparat so stark entwickelt, als in dieser.

Burmeister[1]) giebt uns bereits von dem Vorhandensein des Tonapparates Nachricht: »Ich schnitt eins der Stigmen aus, öffnete es behutsam, indem ich die Winkel der Spalte trennte und fand auch sehr bald, was ich gesucht hatte, den schwingenden Körper, und zwar nicht einen einzigen, sondern sehr viele. Es ist nämlich diejenige Lippe des Stigma's, welche nach hinten und etwas mehr nach Innen liegt, auf der innern Seite, die gegen den Anfang der Trachee gekehrt ist, in eine kleine flache, halbmondförmige Scheibe verlängert, auf welcher

1) Handbuch der Entomologie. Band 1. S. 509.

Scheibe sich neun parallele, sehr zarte Hornblättchen erheben, welche mit ihrer oberen freien, scharfen Kante etwas nach unten herabgebogen sind, sodass die vordere etwas über die folgende sich hinüberbiegt. Zugleich sind alle gegen die Trachee hin höher, gegen den Rand des Stigma's niedriger und die mittlere ist die grösste, von welcher ab sie nach beiden Seiten hin kleiner und niedriger werden. Stösst nun die aus der Luftröhre herausgetriebene Luft gegen diese Blättchen, so werden sie dadurch in Schwingungen gesetzt und tönen nun ganz auf dieselbe Weise, wie die schwingende Stimmritze des Kehlkopfes erschallt. Auf diese Weise findet sich also in den Stigmen eine nicht unbedeutende Analogie mit dem Kehlkopf, namentlich dem der Vögel.« Burmeister erkannte demnach in den Eristalisstigmen bereits die schwingenden Blättchen. »Eine spätere, diesem Gegenstande ausschliesslich gewidmete Arbeit« verspricht er zwar, jedoch ist er wahrscheinlich durch andere Untersuchungen von der Bearbeitung abgehalten worden, er hat sie nicht geliefert.

Eine genaue mikroskopische Untersuchung des Brummapparates dieser Fliegen ist um so mehr zu wünschen, als die Darstellung Burmeister's, abgesehen von Ungenauigkeiten, sehr mangelhaft ist; es lag aber nicht in dem Zwecke seiner Einleitung zur Entomologie, auf derartige Gegenstände so viel Gewicht zu legen, als eine Specialarbeit es thun muss.

Die zahlreichen Tracheenverzweigungen, welche die Muskeln des Thorax nach allen Richtungen durchziehen, vereinigen sich allmählich und endigen schliesslich in einen gemeinsamen Stamm, der jederseits zu dem Brummapparat führt. Dort weitet er sich zu einer grossen Blase aus, welche halbkugelig das Brummstigma überdeckt und den Rändern desselben, wie ein Uhrglas, angeheftet ist.

Die äusseren Ränder der Brummstigmen zeigen keine besondern Eigenthümlichkeiten. Sie sind mit stark verzweigten Haaren dicht besetzt, und neigen etwas zusammen, sodass sie den Eintritt fremder Körper, etwa von Staub, verhindern. Da, wo die Haare sich inseriren, ist die Körperhaut ringartig etwas verdickt.

In der Brummhöhle liegt der Brummring. Dieser liegt frei in der Höhle, nur an einer Stelle, und zwar durch die Musculatur, ist er festgewachsen mit der Stigmenwand (Taf. XI. Fig. 13.). Der Brummring besteht aus einem Chitinstabe, der hufeisenförmig gebogen ist; die Enden seiner Schenkel sind durch ein dünnhäutigeres Band zum Ringe geschlossen.

Auf dem Brummringe liegen die kleinen Stimmblättchen, ganz in ähnlicher Weise, wie die kleinen Klappen einer Fensterjalousie auf dem

mittleren Eisenstabe befestigt sind. Mit dem freien Ende stehen die Blättchen in das Innere des Stigma's hinein, und sind dort dem Luftstrome ausgesetzt. Mit dem hinteren Ende sind die Stimmblättchen an der Wand der Brummhöhle befestigt.

An der Seite, wo das Stigma dem Schwingkölbchen nahe liegt, ist der Brummring stark verdickt (Taf. XI. Fig. 13. *v.*). Dort setzt ohne Gelenkung ein dickes festes Chitinstück (*v*) an.

Mit diesem Chitinstücke steht durch einen Hebel (*h*) das Schwingkölbchen in Verbindung. Mit seinem untern Ende hängt der Hebel häutig mit dem Chitinstücke des Ringes zusammen. Am oberen Ende trägt er kleine Erhabenheiten oder Zähne, welche in die Vertiefungen der Halterenbasis genau passen. Ein Blick auf die Figur macht uns alles Andere klar. Schwingt die Haltere, so setzt sie den Hebel in Bewegung. Diese Schwingungen pflanzen sich dann durch das Chitinstück auf den Ring und also auch auf die Stimmblättchen fort.

Der Bau der Stimmbänder lässt sich besser durch Abbildungen veranschaulichen, als durch Beschreibungen. Man vergleiche desshalb die Fig. 13. und 14. Es legt sich die Haut in zierliche Falten, deren ich bis 25 zählte. Dadurch bildet sie eine Menge kleiner Halbröhrchen von verschiedener Länge, kleinen Orgelpfeifen vergleichbar, deren Wände durch die durchströmende Luft in vibrirende tönende Bewegung gerathen.

Ausser diesen beiden Brummapparaten, welche unter den Flügeln in der Nähe der Schwingkölbchen liegen, haben die Schlammfliegen noch zwei andere. Die Stigmen der Vorderbrust sind ebenfalls zu Stimmapparaten umgewandelt. Mit ihrem viel weniger complicirten Baue hängt auch die bedeutend schwächere Stimmbildung dieser Organe zusammen.

Die äussere Stigmenöffnung ist ein wenig kleiner, als die der Metathorakalstigmen; auch die sie verdeckenden Haare sind ein wenig kürzer.

Der Brummring ist auch hier kräftig entwickelt. Mit seinem federnden Zwischenstücke hält er durch seine beiden Schenkel die grosse Tracheenblase, welche die Brummhöhle auskleidet, auseinander und verhindert dadurch die Collabirung derselben.

Die Haut selbst ist zwar auch in viele Falten gelegt, jedoch sind dieselben viel schmaler und es reichen nicht die Enden derselben, je einzeln abgestutzt, über den Brummring hinaus.

Jede Schlammfliege hat vier Brummapparate. Um die Grössenverhältnisse ihrer einzelnen Theile besser übersehen zu können, gebe ich die Messungen von einer Eristalis tenax ♂.

	Brummapparate des Metathorax:	Brummapparate des Prothorax:
1. Stigma, lang . . .	1,034 Mm.	1,015 Mm.
2. Haare desselben, lang .	0,283 ,,	0,275 ,,
3. Brummring		
a. Schenkel, lang . .	1,134 ,,	1,083 ,,
,, breit . .	0,216 ,,	0,125 ,,
b. Federndes Mittelstück desselben lang . .	0,383 ,,	nur eine federnde Einschnürung vorhanden.
breit . .	0,183 ,,	
4. Falten der Stimmbänder, breit	0,07 ,,	0,025—0,06 ,,
lang .	0,225—0,475 ,,	nicht bestimmt.
Anzahl	25	

Die Stimme der Dungfliege (Scatophaga stercoraria).

Obschon die Dungfliegen an Körpergrösse die Stubenfliegen bei weitem übertreffen, so sind ihre Stimmapparate doch viel schwächer entwickelt. Man vernimmt auch von ihnen nur einen sehr schwachen Ton, welcher durch die Flügelschwingungen hervorgebracht wird. Liesse sich nicht durch die mikroskopische Untersuchung nachweisen, dass bei ihnen ein Stimmapparat vorhanden sei, so würde man über die Existenz der Stimme zweifelhaft bleiben müssen.

Im Allgemeinen hat der Stimmapparat denselben Bau, wie bei der Stubenfliege. Das Stigma hat eine Oeffnung von 0,2 Mm., welche durch eine Menge ziemlich starker und wenig verzweigter Haare überdeckt wird.

Der Ring und die Stimmbänder sind sehr schwach entwickelt, und eine hexagonale Felderzeichnung der letzteren liess sich nicht nachweisen.

Der Stimmapparat der Stubenfliege (Musca domestica).

Die Stigmen der Hinterbrust sind auch bei der Stubenfliege zu Stimmapparaten entwickelt, und die Fliegen können mit ihnen eine ziemlich helle und starke Stimme laut werden lassen. Wir wollen hier die Töne unberücksichtigt lassen, welche die Fliegen durch ihren Flügelschlag zu Wege bringen, und nur der Ursache der Stimme nachspüren.

Die Stigmen des Metathorax sind bei der Stubenfliege ziemlich rund, mit einer 0,28 Mm. im Durchmesser haltenden Oeffnung (Taf. XI. Fig. 15. *st.*). Letztere wird für feste Körper gesperrt durch einen Kranz fein verzweigter Haare, und ausserdem biegen sich vom Stigmenrande aus 4 bis 5 stärkere Borsten über die Stigmenöffnung.

Hinter der Stigmenöffnung weitet sich ein Tracheensack aus, der die Brummhöhle ringsherum auskleidet. Der Tracheensack faltet sich, namentlich am Grunde, wo er in das stärkere Tracheenrohr ausläuft, mehrmals und bildet auf diese Weise zwei in das Innere der Brummhöhle vorspringende faltige Bänder, welche durch die ausgestossene Luft in Schwingung und damit zum Tönen gebracht werden.

Um den faltigen Tracheensack am Zusammenfallen zu hindern, liegt hinter dem Stigma auch hier ein Ring (Taf. XI. Fig. 15. *br.*) Derselbe hat die länglich ovale Gestalt, trägt an einem Pole ein elastisches Mittelstück (*fm.*), welches seine beiden anliegenden Halbbogen stets auseinander zu treiben bestrebt ist; im Allgemeinen ist derselbe schwach entwickelt.

In dem Brummringe sind zwei zarte Häutchen, die Stimmbänder, gardinenförmig angebracht. Ihre Länge beträgt 0,46 Mm., und ihre Breite 0,08 Mm. (Taf. XI. Fig. 15. *sb. sb'.*).

Sowohl die Häute des Tracheensackes, der die Brummhöhle ausfüttert, als auch die beiden Stimmbänder des Brummringes zeigen in ihrer ganzen Ausdehnung eine sehr zierliche Zeichnung hexagonaler Feldchen. Durchschnittlich misst ein jedes dieser Feldchen 0,165 Mm.

Es kann nicht mehr zweifelhaft sein, auf welche Weise die Stimme der Fliegen entsteht. Die Tracheen der Thoraxmuskeln sammeln sich allmählich in immer dicker anschwellende Stämme, bis sie zuletzt ein einziges Rohr ausmachen. Dieses schwillt zu einer grösseren Blase an, welche die oben beschriebene Brummhöhle bildet (Taf. XI. Fig. 15. *h.*). Die ausgetriebene Luft, wie auch die einströmende, muss die frei schwebenden Stimmbänder und die Falten des Tracheensackes in schwingende Bewegung setzen, wodurch die Stimme hörbar wird.

Von den beiden Stimmapparaten der Hinterbrust weichen diejenigen, welche an der Vorderbrust liegen, nicht wenig ab. Die Stigmen sind hier nicht rund, sondern länglich, 0,434 Mm. lang und 0,141 Mm. breit (Taf. XI. Fig. 16.). Ihre Ränder sind mit je zwanzig verzweigten Haaren verbrämt. Im Innern liegt auch hier ein Brummring, ganz ähnlich, wie in den hinteren Thoraxstigmen. Der Brummring zeigt das charakteristische federnde Mittelstück, und in ihm sind zwei Stimmbändchen eingespannt, von je 0,0916 Mm. Breite; sie sind so lang wie der Brummring selbst. Die beiden Stimmbänder liegen

unter den Haaren der Stigmenöffnung und lassen dort die Stimmritze für den Austritt der Respirationsluft offen. Nach hinten überwölbt den Brummring eine halbkugelige Tracheenblase, welche die Brummhöhle bildet; in letzterer mündet dann ein grösserer Tracheenstamm. Die kleine hexagonale Feldchenzeichnung kommt den vibrirenden Theilen des Stimmapparates auch hier zu, nur sind die Feldchen etwas kleiner, nämlich 0,0083 Mm.

Somit hat auch jede Stubenfliege vier Brummapparate an der Brust.

Das knisternd-knackende Geräusch der Waffenfliegen (Stratiomys).

Die Waffenfliegen geben eine sehr eigenthümliche Lautäusserung von sich, die man wegen ihrer knisternd-knackenden Färbung den Geräuschen der Insecten zuzuzählen hat. Dasselbe wird durch die Flügelwurzelgelenke hervorgebracht. Wenn die Flügel sehr langsam auf- und abbewegt werden, entsteht jedesmal das Geräusch. Man sieht deutlich, dass in dem Momente, wenn die Flügelwurzel an den Prothorax geschnellt wird, ein knackender Ton entsteht. Auf diesen folgt der zweite knackende Ton, wenn der Flügel aus seiner Höhenlage die tiefste Stellung erreicht. Folgen die knackenden Töne schnell aufeinander, so entsteht das Geräusch, welches bald durch die Vibrationstöne der Flügel übertönt wird.

Eine Stimme durch die Stigmen habe ich nie vernommen. Die mikroskopische Untersuchung der Stigmen des Thorax ergab auch, dass sie nicht stark entwickelt sind. Auffallend ist die Thatsache, dass die Stigmen des Prothorax grösser sind, als die des Metathorax. Die längliche Oeffnung der ersten Stigmen messen 0,616 Mm., die des Metathorax hingegen nur 0,35 Mm. Hinter den Stigmen des Prothorax liegen zwar Ringe und eine Stimmhaut, die sich lippenförmig gegen einander neigt, jedoch möchten sie für Hervorbringung einer Stimme, menschlichen Ohren hörbar, nicht geeignet sein, da ich auch nie eine Stimme von ihnen wahrnehmen konnte.

Die Lautäusserungen der Mücken.

Obschon die Mücken im Allgemeinen sehr winzige und schmächtige Thiere sind, so sind ihre Lautäusserungen, die wir unter dem Namen: »Singen der Mücken« kennen, doch ziemlich stark. Eine Stimme kommt nur den eigentlichen Mücken (Culicida) zu, welche noch ausserdem mit den Flügeln einen vernehmbaren Ton erzeugen können. Die

drei anderen einheimischen Mückenfamilien: die Schnaken, Gallmücken und Schmetterlingsmücken, machen für das menschliche Ohr nicht wahrnehmbare Laute; wesswegen wir letztere hier unberücksichtigt lassen.

Dass den eigentlichen Mücken eine doppelte Lautäusserung zukommt, lässt sich sehr leicht nachweisen. Durch den Flügelschlag entsteht der normale Ton, der von dem Thiere in keiner Weise modificirt werden kann. Unsere gewöhnliche Stechmücke (Culex pipiens) tönt während des Fluges *d''*. Schneidet man einer solchen Mücke die Flügel ab und reisst ihr den Kopf und sämmtliche Beine aus, so lässt sie einen Ton erschallen, der höher als der Flügelton ist. Dies ist die Stimme der Mücken, welche durch die Stigmen des Thorax hervorgebracht wird.

Die hinteren Stimmapparate, am Metathorax gelegen, sind bei allen Mücken in ganz ähnlicher Weise gebaut. Sie liegen in der Nähe der Schwingkölbchen und bilden äusserlich eine schmale Längsspalte. Bei Culex pipiens, unserer gemeinen Stechmücke, sind diese Stigmen 0,35 Mm. lang. Der Spalt ist keilförmig, also oben etwas breiter und unten zugespitzt. Die Oeffnung dieser Stigmenränder ist nirgends breiter, als 0,023 Mm. Der Stigmenrand ist ringsherum mit feinen Haaren besetzt. Unter der Stigmenöffnung liegt ähnlich wie bei den Fliegen ein Brummring, natürlich hier sehr zart, in welchem die vibrirende Haut gardinenförmig ausgespannt ist. Die Breite dieses Häutchens beträgt 0,024 Mm.; es scheint dasselbe völlig structurlos zu sein, da ich mit den stärksten Vergrösserungen keine zellige Zeichnungen, wie bei den Fliegen, nachweisen konnte. In den genannten Theilen ist der Stimmapparat ähnlich, wie bei den Fliegen; einige Abweichung bieten die luftzuführenden Tracheen. Der Tracheenstamm ist hier nicht über dem Stimmapparat blasenartig erweitert, sondern er bleibt einfach und hat nur an der Stelle, wo er dem Stigma gegenüberliegt, eine Oeffnung von der Länge der Stigmenspalte selbst. Auch münden an dieser Stelle des Tracheenrohres noch einige andere kleinere Stämmchen; sodass hier Luft genug zusammenströmt, um die zarten Stimmbänder in tönende Schwingungen zu versetzen. Die Musculatur besteht aus mehreren Muskelfasern, welche sich an dem obern Ende des Brummringes ansetzen. Ganz ähnlich, wie die Fliegen, können auch die Mücken durch diese Muskeln den Brummring anspannen und dadurch die Stimmbänder für höhere oder niedere Töne vorbereiten.

Die vorderen beiden Stimmapparate der Mücken liegen am Prothorax; sie sind bedeutend kleiner, als die der Hinterbrust. Die

äusseren Stigmenöffnungen bilden eine schmale (bei Culex pipiens 0,416 Mm. lange) Längsspalte, deren Ränder, mit Ausnahme der äussersten Enden mit einfachen Häärchen besetzt sind. Die Stigmenränder können von dem Thier von einander entfernt und wieder genähert werden. Unter den Stigmenrändern liegt der länglich ovale Brummring, der in einer Dicke von 0,005 Mm. gelb chitinisirt ist. In demselben sind die sehr schmalen Stimmbänder gardinenförmig ausgespannt. Die Musculatur des Brummringes ist gerade so, wie an den grösseren Stimmapparaten des Metathorax.

Die Stimme der Mücken ist je nach den Geschlechtern von verschiedener Höhe; auch kann sie von den Thieren in ziemlichem Umfange modulirt werden. Als Beleg hierfür diene vorläufig Culex annulatus, dessen Männchen *fis″ f″ e″*, und dessen Weibchen *b′ a′ as′* in einander schleift.

Ich habe ausser den vorstehenden Dipteren noch eine Reihe anderer Fliegen untersucht, die im Allgemeinen in den Stimmapparaten eine grosse Uebereinstimmung zeigen. Bei den Syrphusarten liegen die Stimmbänder etwas weiter vom Stigma entfernt und falten sich in lanzettliche Spitzen. Aehnliche Faltungen zeigen auch die Tabanen.

Zweck und Bedeutung der Halteren.

Die Halteren oder Schwingkölbchen der Dipteren, welche auf den Parapleuren des Metathorax eingelenkt sind, haben bisher die mannigfaltigste Deutung erfahren. Burmeister[1]) gesteht offen: »Ueber die Bedeutung der Schwingkölbchen ist man noch nicht im Klaren.« Die Meisten hielten sie für das verkümmerte zweite Flügelpaar der Zweiflügler. In diesem Sinne spricht sich der obengenannte Entomologe[2]) aus: »Die Zweiflügler sind besonders desshalb merkwürdig, weil sie keine Hinterflügel besitzen, sondern statt ihrer mit zwei gestielten Knöpfchen versehen sind, die man Schwingkolben oder Balancirstangen (halteres) genannt hat. Latreille und einige andere französische Naturforscher wollen sich nicht dazu verstehen, diese Organe für Rudimente der Hinterflügel zu erklären, während die meisten älteren und manche neuere Entomologen, besonders Deutsche, sie dafür halten. — Latreille's Einspruch, dass der letzte Abschnitt des Thorax bei den Zweiflüglern zum Hinterleibe gehöre desshalb, weil an ihm sich ein Luftloch befinde,

1) Handbuch der Entomologie. Band 1. pag. 93.
2) Ebenda pag. 266.

bedarf gar keiner Widerlegung.« Den Beweis für diese Meinung findet man einerseits in dem analogen Bau der Schwingkölbchen mit den Flügeln, andererseits in der Beobachtung, dass die Fliegen nach abgeschnittenen Schwingkölbchen nicht mehr ordentlich fliegen können.

Beim Studium der Brummapparate der Fliegen stellte sich mir ihr Zweck und ihre Bedeutung ganz anders heraus; und ich kann ihn dahin präcisiren: Die Halteren dienen zur Bewegung der Brummringe des Stimmapparates der Fliegen. Erst in zweiter Linie wirken sie eben durch diese Bewegung auf die Respiration und die Flugfähigkeit.

Die Schwingkölbchen sind stets in der Nähe der Stigmen des Metathorax, die ja den Brummapparat bergen, eingelenkt. An ihrem Ende schliessen sie mit einem dickeren Knopfe ab, der im Innern viele Respirationszellen enthält und durch zahlreiche Tracheen durchzogen wird. Die Tracheen sammeln sich in einen Ast und dieser durchzieht den dünneren Schaft des Schwingkölbchens. Kurz über der Einlenkungsstelle des Stieles schwillt die Haltere wiederum knopfartig an. Ich bemerke daran eine sonderbare chitinöse Spiralfeder, die ringsum mit kleinen Tüpfelzeichnungen geziert ist. Vielleicht trägt diese Spiralfeder zur leichteren und schnelleren Vibration des Schwingkölbchens viel bei, da die Bewegung dieses Organs so rapide ist, dass man von dem Stiele nichts mehr sehen kann.

Die Basis des Schwingkölbchens greift in einen Hebel ein, der unter der Körperhaut liegt (Vgl. Taf. XI. Fig. 13. *h.*). Dieser Hebel hat an der Stelle, wo er mit der Halterenbasis articulirt, mehrere Höcker. Bewegt sich die Haltere hin und her, so folgt auch der ganze Hebel jeder einzelnen Bewegung. Der Hebel setzt sich mit seinem anderen Ende an ein mächtiges Chitinstück (Taf. XI. Fig. 13. *v.*) an, welches mit dem Brummringe ohne jede Articulation verwachsen ist.

Der Mechanismus wird uns von selbst klar, wenn wir die Fig. 13. berücksichtigen werden. Die Stimmbänder mit dem einen Ende der Brummhöhle angeheftet, sind meist mit ihrer Mitte dem Brummringe angewachsen, sonst sind sie überall frei. Das Schwingkölbchen setzt den Hebel in Bewegung, dieser das grössere Chitinstück (*v.*) und letzteres den Brummring. Dadurch müssen auch die gefalteten Stimmbänder in vibrirende Bewegung gerathen, weil sie, unten unbewegt, in der Mitte von dem angewachsenen Brummringe hin und her gezogen werden.

Auch durch das Experiment überzeugt man sich leicht, dass die Schwingkölbchen auf die Hervorbringung der Stimme von grossem Einflusse sind. Schneidet man die Halteren ab, so wird die Stimme

zwar nicht aufgehoben, aber doch jedesmal merklich geschwächt. Ich glaube diese Thatsache hier besonders hervorheben zu müssen, da ein älterer Beobachter das Gegentheil behauptet hat.

Die Halteren sind also nach unseren Untersuchungen nicht die tonerzeugenden Organe, sondern sie tragen nur zur Verstärkung der Stimme bei. Dieser Einfluss ist ein doppelter. Einerseits pflanzt sich die rapide Bewegung auf die Brummringe fort, und andererseits übt auch die Muskelthätigkeit der Halterenbasis auf die Bewegung der Luft in den sie begrenzenden Trachealgebilden ihren Einfluss aus.

Die vibrirende Kopfbewegung einiger Dipteren.

Wenn man eine Schmeissfliege (Musca vomitoria) mit den Fingern so festhält, dass sie an der Flügelbewegung gehindert wird, so sieht man, dass während des Brummens der Kopf eine ausserordentlich schnell vibrirende Bewegung macht. Sobald man dieselbe durch Anhalten des Fingers zu hemmen sucht, fühlt man auch die Bewegung. Es liegt nun die Frage nahe, ob dieses Phänomen mit dem Brummen selbst im thatsächlichen Zusammenhange stehe.

Häufige Beobachtungen haben mich gelehrt, dass diese Fliegen nur diese sonderbare Bewegung machen, wenn sie ihren Brummton erschallen lassen; weder beim ruhigen Flügelschlage, noch sonst bei der Ruhe der übrigen Bewegungsorgane sah ich den Kopf jemals in vibrirender Thätigkeit.

Der Muskelaction des Halses kann diese Bewegung schon desshalb nicht zugeschrieben werden, weil die Muskeln in ausserordentlich geringer Anzahl und Entwickelung im Halse vorhanden sind. Die weniger zarten Muskelfäserchen können dem Kopfe kaum eine geringe hebende und senkende Bewegung ertheilen. Die Vibration des Kopfes gehört vielmehr zu den rein mechanischen Bewegungen.

Die Vorderbrust der Brummfliegen ist nach dem Kopfe hin ziemlich flach abgestutzt. Diese ganze Fläche ist glänzend schwarz und hebt sich schon dadurch von der übrigen Körperoberfläche merklich ab. Ausserdem ist diese Fläche sehr glatt; auch bei der mikroskopischen Untersuchung fand sich keine Spur kleiner Häärchen, die doch sonst fast überall auf der Epidermis anzutreffen sind.

Der äusserst dünne fädliche Hals verbindet die Brust mit dem Kopfe. Das Experiment des Halsumdrehens gelingt hier sehr leicht, ohne dass der Kopf den geringsten Widerstand entgegen setzen könnte.

Um den Kopf in seiner Lage zu erhalten, ist die Hinterseite ziemlich flach, und nur ein wenig ausgehöhlt; die flach concave Fläche des

Hinterhauptes passt dann ziemlich genau auf die etwas convexe glatte Vorderseite des Prothorax. Es bleibt jedoch zwischen Kopf und Vorderbrust noch immer ein ziemlicher Abstand.

An der Stelle, wo sich der dünne Hals in die hintere Kopfscheibe inserirt, liegt ein Kranz langer Borsten. Es sind mehrere Hundert dieser Haare vorhanden, welche kreisförmig den Anfang des Halses umgeben und radienartig nach allen Richtungen abstehen. Die Haare sind nicht so lang, dass sie die Kopfscheibe überragen. Sie haben eine solche Stellung, dass sie sich nach dem Prothorax biegen und sich diesem mit ihren letzten Enden anlegen. Durch diese Einrichtung wird der Kopf natürlich in seiner Lage erhalten, was der dünne Hals allein nicht vermag. Da sie gegen die vordere Fläche des Prothorax schwach federnd wirken, so erreichen sie diesen Zweck um so vollkommener.

Sobald nun der Brummapparat in Thätigkeit gesetzt wird, nimmt die ganze Brust des Thieres an der Vibration des Stimmorgans Theil. Zwischen den Fingern gehalten fühlt man die lebhafte Vibration der Brust der Fliege sehr deutlich, und sie ist so stark, dass dieselbe durch die fest angelegten Finger nicht wesentlich beeinträchtigt wird.

D i e V i b r a t i o n d e r B r u s t p f l a n z t s i c h n u n w ä h r e n d d e s B r u m m e n s a u f d e n a n l i e g e n d e n H a a r k r a n z d e s K o p f e s f o r t u n d s e t z t d e n K o p f s e l b s t i n v i b r i r e n d e B e w e g u n g. A u f d i e s e W e i s e k o m m t d i e v i b r i r e n d e K o p f b e w e g u n g d e r F l i e g e a u f m e c h a n i s c h e m W e g e z u S t a n d e. Man kann sich den Vorgang an dem bekannten Spielzeug veranschaulichen, wo kleine Figürchen auf einem Fusse steifer Schweinsborsten stehend durch die in Bewegung gesetzte Unterlage selbst in hüpfende Bewegung gerathen. Die Haare an dem Fliegenkopfe sind aber nicht so steif und ermöglichen eine vibrirende Bewegung noch viel vollkommener.

Die Syrphusarten vibriren beim Tönen ebenfalls mit dem Kopfe, aber kaum merklich. Der Haarkranz ist hier sehr schwach entwickelt und umgiebt die hintere Kopfscheibe ganz am Rande. Die Häärchen biegen sich nach dem Thorax und werden durch letzteren in vibrirende Bewegung gesetzt, die sich zum Kopf fortpflanzt.

Der Gesang der Cicaden.

Der Gesang der Cicaden konnte wegen seiner durchdringenden Stärke den Alten nicht unbekannt bleiben. Die Dichter besangen sie in Oden, die Naturforscher, namentlich Aristoteles, suchte sich die Art und Weise des Tönens zu erklären, und das griechische Volk hielt sie im Zimmer in kleinen Bauern eingeschlossen, um sich durch den

monotonen Gesang in den Schlaf singen zu lassen. So interessant es auch sein möchte, näher darauf einzugehen, was die Alten, vorzüglich ARISTOTELES, über den Gesang wussten, so würden wir doch in das eigentliche Wesen desselben dadurch nicht eindringen. In weiten Umrissen gingen wir ja auch schon oben darauf ein.

Nur die Männchen der Cicaden können eine Lautäusserung von sich geben. Auf der Unterseite des Metathorax (nicht, wie man in den Büchern findet, am ersten Hinterleibsringel) liegen unter den beiden Hinterbeinen zwei Schuppen, jede von der halben Breite des Leibes. Diese Schuppen sind ohne Gelenk an der Hinterbrust befestigt, und von etwas weicher lederartiger Beschaffenheit. Sobald man diese klappenartigen Schuppen aufhebt oder wegschneidet, so fallen uns gleich zwei Höhlen auf, dicht neben einander liegend, welche an ihrem Grunde mit einer sehr zarten völlig structurlosen Membran verschlossen sind (Taf. XI. Fig. 17. *sp. sp'.*) Die Häutchen sind äusserst zart und schillern in der bekannten Weise regenbogenfarbig; ihr Grundton ist weiss.

Um die Lage der übrigen Theile genauer beschreiben zu können, wollen wir eine Zeichnung von dem ausgeschnittenen Tonapparat zu Grunde legen. Das Präparat wurde von einer grossen südamerikanischen Cicade gemacht und in zweimaliger Vergrösserung gezeichnet.

Die beiden Höhlen sind mit *sp. sp'.* bezeichnet; sie sind am Grunde mit dem zarten Häutchen geschlossen.

Neben jeder Höhle liegt ein stark chitinisirter Ring (*gh. gh'.*). Man sieht denselben nur, wenn man die Brusthöhle öffnet, da derselbe sich in das Innere der Brust hineinlegt. Der Ring ist mit einer zarten elastischen Haut ausgekleidet und zwar so, dass derselbe eine löffelförmige Gestalt erhält. Die Ränder des Ringes sind an mehreren Stellen mit der Thoraxwand festgewachsen, sodass dieses Organ nicht aus seiner Lage gebracht werden kann.

Hinter und zur Seite dieser ausgekleideten Ringe (RÉAUMUR nennt sie timbale, RÖSEL: gefälteltes Häutlein) liegt eine Höhle, gebildet durch eine grosse Schuppe (*h. h'.*), die sich kappenförmig herumlegt. In diese Höhle ragt das »gefältete Häutlein« frei hinein.

Mit Ausnahme der letztgenannten Beobachtung waren diese Verhältnisse bereits bekannt, und sind von RÉAUMUR sowohl, wie auch von RÖSEL ziemlich gut durch Zeichnungen wiedergegeben.

Wie kommt nun der gellende Ton in diesem Apparate zu Stande?

Einige haben behauptet, dass die Cicaden während des Zirpens die Hinterleibsringe an die beiden Brustladen rieben; diese Ansicht findet jedoch nur unter den Aelteren ihre Vertreter, und namentlich

unter denen, welche mehr auf Induction, als auf Beobachtungen ihre Behauptungen gründeten. Andere erklärten den Ton dadurch, dass die Cicaden ihre Flügel gegen den Thorax schlügen.

Von denen, welche mit dem Skalpell in der Hand die Organisationsverhältnisse der Cicaden studirten, verdient vor Allen Réaumur[1]) genannt zu werden, da seine Ansicht über den Cicadengesang in alle zoologische Handbücher Aufnahme und Geltung gefunden hat. Die anatomischen Verhältnisse berücksichtigte er sehr genau. Er fand an der Unterseite des Hinterleibes oben am ersten Hinterleibsringel jeder männlichen Cicade die gleich auffallenden grossen schuppenförmigen Platten (plaques écailleuses), die dem Weibchen gänzlich fehlen. Diese sind am ersten Ringel befestigt ohne Gliederung, unter dem dritten Beinpaare. Die Breite jeder Schuppe ist etwas grösser als die Hälfte der Leibesbreite; die Schuppe ist etwas länger als breit und berührt fast das dritte Ringel. Unter jeder Schuppe befindet sich eine Höhlung, in der ein faltenreiches muschelförmiges Gebilde (timbale) sich befindet von spröder Natur. Ein sehr starker Muskel ist an diesem Gebilde befestigt. Durch An- und Abspannung dieses Muskels wird das muschelförmige Gebilde (Taf. XI. Fig. 17. *gh. gh'*.) in Bewegung gesetzt, wodurch der laute Ton hervorgebracht wird. Läse ich nicht ebendaselbst die eigenen Worte Réaumur's: »car je me suis trouvé engagé à écrire leur histoire sans avoir jamais entendu chanter une et sans en avoir jamais possédé une en vie«, so würde ich es kaum gewagt haben, gegen die aufgestellte Ansicht dieses subtilen Forschers Nachuntersuchungen anzustellen. Meine Beobachtungen ergaben jedoch ein anderes Resultat. Abgesehen davon, dass der Tonapparat nicht, wie Réaumur sagt, an dem ersten Hinterleibsringel liegt, sondern am Metathorax, will ich hier vorläufig nur anführen, dass die muschelförmigen Gebilde in dem Metathoraxringe vollständig festgewachsen sind. Die Befestigung geschieht einerseits durch einen starken Chitinbalken mit der Scheidewand der Spiegelhöhlen, anderseits durch den Ring des muschelförmigen Gebildes selbst. Dieser ist eingesetzt in die Seite der Leibeswand, und nur das gefaltete Häutchen ragt halbkugelig hervor, nach oben geschützt durch die starke Seitenplatte des Metathorax. Dadurch fällt die Behauptung Réaumur's schon von selbst; denn ein so festgewachsenes Organ kann durch Muskeln nicht aus seiner Lage gebracht werden. Eine solche ruckweise stattfindende Muskelthätigkeit, wie sie hier supponirt wird, ist auch an und für sich ohne Gegenstück in der Natur.

1) Vgl. Memoires pour servir à l'histoire des insectes; Tom. V. Partie I. Quatrième memoire. Sur les Cigales. pag. 181. Amsterdam 1741.

Rösel fühlte bereits die Mangelhaftigkeit des Réaumur'schen Erklärungsversuches. Nachdem er die anatomischen Details beschrieben und abgebildet hat, sagt er: »durch diesen Stiel sind nun, wie Herr von Réaumur sagt, der ihn eine Senne nennet, die Muskeln, an denen Muschelhäutlein angewachsen und durch die Bewegung derselben wird das Häutlein so aus- und eingetrieben, dass daher ein Klang entstehet. Nun will ich zwar hier der Meinung desselben nicht widersprechen; allein da ich nicht gefunden, dass dieser Stiel an gedachten Häutlein angehangen: so könnte auch wohl der Schall dadurch entstehen, wenn diese Stiele, an denen Falten der Muschelhäutlein hin- und herbeweget werden, gleichwie man durch die Bewegung eines Federkiels die Saiten der Cither erklingen machet. An denen Häutlein selbsten habe ich, auf die von Herrn v. Réaumur oben angezeigete Manier, auch keinen Klang hervorbringen können«[1]. Auf der 27. Tafel Fig. 10. *f.* bildet er dann auch sehr naïv die hypothetischen Plectra ab. Seine Angaben ermangeln also durchaus der anatomischen Belege.

Geleitet durch die zahlreichen Beobachtungen an den Brummapparaten der Zweiflügler wendete ich, nachdem ich die übrigen anatomischen Verhältnisse genau studirt, meine Aufmerksamkeit auf die Stigmen des Metathorax, die bisher von den Forschern völlig unberücksichtigt geblieben waren. Ich erkläre mir diesen Umstand in der versteckten Lage der Stigmen selbst. Sie liegen nämlich hart an der Basis der grossen Schuppen unter den Hinterbeinen, und zwar an der seitlichen Ecke ihrer Falze. Sie haben eine verhältnissmässig bedeutende Grösse, sie sind zweimal so lang, wie die Stigmen des Hirschkäfers; genauer gemessen sind sie 1,93 Mm. lang. Bei dieser bedeutenden Längenausdehnung sind sie mit einer schmalen spaltenartigen Oeffnung von 0,34 Mm. versehen. Vergleichen wir die Taf. XI. Fig. 18., so sehen wir auf den Stigmenrändern mehrere Haare stehen, die an der einen Seite kurz, an den andern hingegen viel länger sind. Wegen der versteckten Lage der Stigmen ist die Behaarung im Vergleich zu denselben Organen anderer Insecten doch sehr spärlich. In dem steiferen Chitinrande der Stigmen sind die Stimmbänder (Taf. XI. Fig. 18. *sb. sb'*.) angebracht. Ihre Breite beträgt 0,134 Mm., und sie sind so lang, wie das Stigma. In der Mitte lassen sie nur einen sehr schmalen Spalt für den Austritt der Luft.

Wir wollen diese so merkwürdig gebauten Stigmen des Metathorax der Cicaden Schrillstigmen nennen. Ich fand bei keinem einzigen Insecte anderer Genera einen derartigen Stigmenbau wieder vor.

1) Vgl. Rösel, Insectenbelustigungen. Theil II. Verschiedene ausländische Sorten von Cicaden, pag. 168. Tab. 25. 26. 27.

Gerade der Oeffnung der Schrillstigmen gegenüber liegt, die bedeutende Höhle (Taf. XI. Fig. 17. *h. h'.*), in der das gefaltete Häutchen in dem Chitinringe ausgespannt liegt.

Vergleichen wir nun die aufgefundenen Theile des Tonapparates mit denen der Fliegen, etwa von der gewöhnlichen Schmeissfliege, so finden wir alle Theile analog wieder vor. Die beiden fiedrigen Blätter, welche bei dieser Fliege die Brummhöhle verschliessen, sind bei den Cicaden repräsentirt durch die grossen Laden, welche nach unten den Tonapparat verdecken, und zweitens durch die Schuppen (Beulen Rösel's), welche seitwärts das gefaltete Häutchen überdeckend schützen. Der Brummring der Fliegen ist hier ebenfalls vorhanden, und auch die vibrirenden Häute vermissen wir in demselben keineswegs.

Der Ton wird bei den Cicaden offenbar hervorgebracht durch die die Stimmbänder des Schrillstigma's in Schwingungen versetzende Luft. Da die Stimmbänder dünn, straff und schmal sind, so kann kein anderer Ton entstehen, als der bekannte gellende Laut. Es kann hier mit Recht die Frage aufgeworfen werden, ob die Schrillstigmen der Cicaden wirklich im Stande seien, einen so ausserordentlich lauten und durchdringenden Ton zu erzeugen. Um diese Möglichkeit darzuthun, eignet sich ganz vorzüglich ein Instrument, welches von einem meiner Schüler, der früher die Kühe gehütet hatte, zufällig entdeckt worden ist; es verdient dieses einfache Instrument um so mehr beschrieben zu werden, da bis jetzt ein Aehnliches nicht bekannt geworden ist. Er nahm den Halm von Poa aquatica und schnitt ein Stück aus demselben so ab, dass der eine Schnitt unter einem Knoten, der andere unterhalb des folgenden Knotens geführt wird. Man erhält dadurch ein Stück, welches unten durch einen Knoten verschlossen, oben hingegen offen bleibt. Schneidet man nun ferner mit einem Federmesser in das Halmstück oberhalb des Knotens einen Längsschnitt und bläst mit dem Munde durch die obere Oeffnung, so entsteht ein sehr lauter Ton von schrillend-flötender Klangfarbe. Die Luft wird mit Gewalt durch die feine Ritze gepresst, wodurch die Lippen derselben in tönende Bewegung gesetzt werden. Ganz in ähnlicher Weise wird auch durch die Stimmbänder der Schrillstigmen der Cicaden die Athmungsluft gepresst, wodurch der laute flötend-schrillende Ton entsteht.

Es wäre demnach die Lautäusserung der Cicaden nicht in die Kategorie der Töne, sondern in die der Stimme zu versetzen. Dass man den Gesang der Cicaden früher auf andere Weise entstehen liess, wie wir es nachgewiesen, liegt einerseits darin begründet, dass die Stimme dieser Thiere Aehnlichkeit hat mit dem Gezirpe der Grillen, anderseits

aber ist es dem Umstande zuzuschreiben, dass man dem Baue der Metathorakalstigmen keine Aufmerksamkeit schenkte.

Fassen wir das Ergebniss dieser Untersuchungen zusammen, so wäre folgendes Resultat festzuhalten: der sg. Gesang der Cicaden ist die Stimme derselben. Sie wird dadurch hervorgebracht, dass die Trachealluft die Stimmbänder der Schrillstigmen in Bewegung setzt. Das muschelförmige Häutchen in dem Chitinringe und die zarten Häute am Grunde der Höhlen sind einzig und allein Resonanzapparate.

Beruht die Parallele, die wir zwischen dem Stimmapparate der Cicaden und den Stimmwerkzeugen der Fliegen gezogen haben, auf Wahrheit, so müssen auch wenigstens die Anlagen sämmtlicher Theile bei dem Weibchen vorhanden sein. Ich untersuchte daher auch die weiblichen Individuen, von denen es bekannt ist, dass sie keinen Gesang von sich hören lassen. Würde die Stimme nicht durch die Respirationsorgane bei den Cicaden hervorgebracht, sondern durch ganz mechanische Reibung oder durch plötzliches Losschnellen harter Gebilde, wie wir es bei den Grillen finden, so müsste auch der Tonapparat bei den weiblichen Cicaden gerade so gut fehlen, wie er den weiblichen Grillen mangelt.

Was nun zunächst die Laden der Weibchen angeht, so sind sie immer vorhanden, nur sind sie viel schmaler als bei den Männchen und im Ganzen zipfelförmig gestaltet.

Die Höhle mit dem Spiegelhäutchen am Grunde fehlt den Weibchen ebenfalls nie, nur sind ihre Dimensionen kleiner, als im Stimmapparat der Männchen. Diese beiden Theile sind auch dem Ungeübtesten leicht sichtbar[1]). Burmeister hat dieselben schon erkannt, er leugnet aber das Vorhandensein der übrigen Organe des Stimmapparates. Dem muss ich entschieden widersprechen.

Ich finde in dem weiblichen Körper, an der analogen Stelle des Männchens, die Hornringe wieder, in denen das etwa in acht Falten gelegte Trommelhäutchen eingespannt liegt. Der Bügel des Hornringes ist nur an einer Seite stärker entwickelt. Dieses Organ hat dieselbe Lage, wie beim Männchen, es biegt sich neben der Spiegelhöhle seitwärts noch oben und ist in die Körperhaut eingesenkt. Die überliegende Klappe schützt es nach aussen hin.

Auch das Stigma liegt beim Weibchen an derselben Stelle, wie

1) Nachträglich ersehe ich, dass C. G. Carus in den Analecten zur Naturwissenschaft und Heilkunde. Dresden 1829. S. 151 ff. bereits auf diese beiden Theile: die Laden und Spiegelhöhlen der Weibchen aufmerksam gemacht hat.

bei Männchen, nur dass es natürlich hier nicht völlig von der Lade wegen ihrer geringen Breite überdeckt werden kann. Das Stigma des Weibchens ist etwas kleiner. Auffallend ist, dass in demselben die Stimmbänder auf ein Minimum reducirt sind; man sieht kaum ihre Anlage; wesshalb sie natürlich auch nicht dazu geeignet sein können, durch die ausgeathmete Luft die Stimme der Männchen hervorzubringen. Ob die Weibchen nicht eine Stimme, wenn auch nur eine äusserst schwache haben, kann ich nicht entscheiden, da mir die Beobachtungen an weiblichen lebenden Individuen abgehen.

Da die Anlage des Stimmorgans der Weibchen bisher noch unbekannt geblieben ist, wollen wir die Messungen der einzelnen Theile desselben mit denen der Männchen übersichtlich zusammenstellen:

Der Stimmapparat beim Männchen:			Derselbe beim Weibchen:	
1. Laden, breit . .	6,5	Mm.	1	Mm.
hoch . .	6,9	,,	1,63	,,
2. Stimmstigma, lang	2	,,	1,67	,,
Stimmbänder, breit .	0,134	,,	0,034	,,
Geeignet zur Stimmerzeugung.			Ungeeignet zur Stimmerzeugung.	
3. Höhlen mit Spiegelhäutchen				
Randbreite . . .	0,5	Mm.	0,2	Mm.
Weite der Oeffnung	5—6	,,	1	,,
4. Trommelhaut, lang	8	,,	1,6	,,
breit	4	,,	0,5	,,

Aus diesen anatomischen Befunden geht zur Evidenz hervor, dass die Parallelisirung der Stimmapparate der Cicaden mit denen der Brummfliegen die einzig maassgebende sein kann. Da der Ton der Cicaden durch die Respirationswerkzeuge hervorgebracht wird, so muss er eine Stimme genannt werden; und wir können kein Veto mehr einlegen, wenn Jemand, der die laute Stimme der Cicaden für klangvoll, sonor und angenehm hält, dieselbe einen Gesang nennen will. So kommt man oft durch genaue mikroskopische Studien wieder auf das zurück, was die Völker vor Jahrtausenden richtig geahnt und benannt haben.

Die Töne der Schmetterlinge.

Die Schmetterlinge sind von der Natur sehr spärlich mit Lautäusserungen versehen worden. Nur bei einer einzigen Art ist der Ton derartig, dass er wegen seiner Stärke jedem Beobachter auffallen muss.

Daher besitzen wir auch über die Stimme des Todtenkopfes (Acherontia atropos) eine ausführliche Literatur. Ausser diesem sind noch Töne beobachtet worden bei den Bärenschmetterlingen (Euprepia, Orthosia, Chelonia) und bei einem Tagfalter, dem Tagpfauenauge (Vanessa Jo).

Die Schmetterlinge besitzen einen ziemlich grossen Saugmagen, welcher bei einigen Arten ohne Ausnahme, bei andern Species nur zuweilen mit Luft angefüllt ist. Wird diese Luft aus dem Saugmagen herausgepresst und durch den Spalt der beiden Rüsselhälften hindurchgezwängt, so soll dadurch der eigenthümliche piependflötende Ton entstehen. Es wären demnach die Schmetterlinge die einzigen Insecten, welche vermittelst ihres Mundes einen Ton von sich geben können. Wir werden jedoch sehen, dass die Saugmagenluft zu den Lautäusserungen der Schmetterlinge nichts beiträgt.

Die Lautäusserung des Todtenkopfes (Acherontia atropos).

Der Erste, welcher über den Ton des Todtenkopfschmetterlings Mittheilungen veröffentlicht hat, ist Réaumur. Er war so glücklich, mehrere lebende Exemplare zugleich zu besitzen, so dass er möglichst genaue Untersuchungen anstellen konnte. Er fand, dass der ziemlich laut piepende Ton dieses Nachtschmetterlings durch Reibung hervorgebracht würde. Und zwar reibt der Schwärmer die beiden Palpen an den Rüssel, »qu'il (der Ton) était produit par les frottemens des tiges barbues contre la trompe«[1]). Die Versuche, welche die Richtigkeit seiner Behauptung beweisen, sind ebenso einfach, als interessant. Wenn er mit einer Nadel den Rüssel nach oben bog, so dass die Palpen denselben nicht berühren konnten, war der Schmetterling nicht im Stande einen Ton hervorzubringen; ebenso verhielt es sich, wenn die Taster vom Rüssel entfernt wurden. Rösel zog die Behauptung Réaumur's zuerst in Zweifel, indem er behauptet: »So überzeugend aber des Herrn von Réaumur Versuch zu sein scheint, so hat mich doch allezeit geduncket, so oft mein Papillion geschrien, ich hätte mehr Bewegung zwischen dem Bruststück und dem Hinterleib, als zwischen dem Rüssel und seinen Bartspitzen (palpi) wahrgenommen«[2]). Da jedoch Rösel nur ein einziges Exemplar besass, was er durch Versuche obendrein zu verderben

1) Mémoires pour servir à l'histoire des insectes. Tom II. Partie II. Septième memoire pag. 51. Amsterdam, chez Pierre Mortia 1737.

2) Rösel, Insectenbelustigungen, Theil III. 1755. Die zur Nachtvögel ersten Klasse gehörige, ungemein grosse, und mit gelb und blau wunderschön gezierte Jasmin-Raupe nebst ihrer Verwandlung in den sg. Toden-Vogel.

scheute, so darf man auf seine Angaben nicht allzu grosses Gewicht legen.

Diesen beiden Forschern gegenüber, welche den Ton des Schwärmers durch Reibung entstehen lassen, wurde in der Folge eine Reihe von Abhandlungen veröffentlicht, in denen angegeben wird, dass die Luft von dem Schwärmer durch irgend eine Körperspalte gezwängt würde. So gibt Leunis an, »dass der Todtenkopf einen eigenthümlichen Ton hören lasse, welcher durch eine Spalte am ersten Hinterleibsringel hervorgebracht werde, vorzüglich, wenn man den Schwärmer anfasse«. Dass diese Angabe irrig ist, lässt sich leicht nachweisen; denn wenn man dem Schwärmer den Hinterleib abschneidet, so verliert er dadurch nicht seine Lautäusserung.

Passerini[1]) will in dem Rüssel eine eigenthümliche Höhlung gefunden haben, in welcher der Ton zu Stande käme, wenn die Luft durch dieselbe striche. Duponchel[2]) untersuchte später die Passerini'sche Höhle genauer und will in derselben eine besondere Trommelhaut aufgefunden haben.

Burmeister lässt die Streitfrage unentschieden, da es ihm nach seiner eigenen Aussage an Gelegenheit fehlte, lebendige Schwärmer dieser Species untersuchen zu können.

Vernehmen wir nun die Worte eines gewiegten Anatomen und Physiologen der neueren Zeit, nämlich von Rudolph Wagner über diesen Gegenstand: »Ich hatte Gelegenheit — sagt er — die Stimme von acht Exemplaren zu vernehmen. Sie kommt beim Männchen und Weibchen vor. Die Thiere lassen ihre Stimme nur dann hören, wenn man sie reizt oder betastet, aber dann sogleich, es ist ein ganz eigener, kurzer schrillender Ton. Die Stimme erfolgt am stärksten bei eingezogenem Rüssel, aber bei der genauesten Beobachtung sieht man durchaus kein Reiben oder Bewegen des Rüssels, es erfolgte die Stimme ebenfalls, nur schwächer, wenn ich den Rüssel aufgerollt hatte und gestreckt hielt; ebenso wenn ich die Palpen, die Spitze des Rüssels, endlich dessen Hälfte und mehr abgeschnitten hatte. Hielt ich beide Rüsselhälften auseinander, oder schnitt ich eine oder alle beide bis an die Basis ab, so erfolgte sie nicht mehr. In letzterem Falle stürzte eine schaumige, speichelartige Flüssigkeit mit Luft hervor. Oeffnete ich das Thier, so fand ich eine überaus grosse, prall mit Luft ausgedehnte Saugblase, welche dicht vor dem eigentlichen Magen in das Ende der Speiseröhre mündete. Diese Blase füllte den ganzen vorderen Theil des Abdomen

1) Osservazioni sopra la Sphinx atropos o Farfalla a Testa di Morto. Pisa 1828.

2) Compte rendu des expériences faites à l'effet de découvrire l'organ de cri dans le Sph. atropos. Ann. Soc. Ent. Fr. 1839. T. 8. p. 59—65.

aus und drängte sich beim Oeffnen desselben vor der Rückseite sogleich hervor. Auch die ganze Speiseröhre war stets mit Luft gefüllt und zeigte sich unter Wasser desshalb ganz glänzend, wie mit Quecksilber gefüllt, oder wie die mit Luft gefüllten Tracheen. Ich halte es nun für höchst wahrscheinlich oder fast ausgemacht, dass die Stimme durch Ein- und besonders durch Ausstossen der Luft aus der grossen Saugblase durch die enge Speiseröhre und vorzüglich durch den Rüssel hervorgebracht wird; je kürzer der Rüssel durch Abschneiden wird, um so schwächer wird sie; ich habe im Rüssel keine solche Blättchen oder möglicher Weise in Schwingung zu versetzende Theile gesehen, wie sie Burmeister von den Hymenopteren vorgibt. Zuerst glaubte ich ein Paar Ritzen an der untern Fläche der Rüsselbasis gesehen zu haben, später musste ich sie für ein Paar kleine braune Striche halten. Doch ist es möglich, dass ein Theil der Luft durch ein Spältchen streicht, welches an dieser Stelle durch die nicht völlig aneinander gedrückten Rüsselhälften offen zu bleiben scheint. Ich fand nie die Passerini'sche Höhlung und Duponchels feine trommelartige Haut ist nur scheinbar«[1].

Nachdem mir im October 1866 zwei Schmetterlinge aus ihren Puppen ausgekrochen waren, war es meine erste Aufgabe, die Wagner-schen Angaben einer sorgfältigen Prüfung zu unterziehen. Der erste Eindruck, den das eigenthümliche Piepen auf mich machte, leitete mich auf den Gedanken, dass der Ton durch Friction entstände, weil er mit dem Ton mancher anderer Insecten Aehnlichkeit hatte, die ihre Laute ebenfalls durch Reibung hervorbringen. Es wollte mir auch nicht gelingen, den Ton näher musikalisch zu bestimmen, was man bei den Tönen der Bockkäfer auch wohl schwerlich erreichen möchte. Ist die Angabe Wagner's richtig, dass der Ton durch Auspressen von Luft durch eine Rüsselspalte zu Stande kommt, so musste derselbe verschwinden, wenn man dem Todtenkopf den Saugmagen unterbindet. Da der Saugmagen sämmtlicher Lepidopteren, der stets mit Luft gefüllt ist, im Hinterleibe liegt, so ist es leicht durch eine zwischen Thorax und Abdomen angebrachte Fadenschlinge die Communication zwischen diesen beiden Körpertheilen völlig zu hemmen. Ich zog die Schlinge so fest wie möglich an, und horchte ob der Ton noch hervorgebracht würde. Der Ton blieb aber keineswegs aus, das Thier piepte noch acht Stunden lang, so oft es gereizt wurde. Dadurch wäre denn wohl unumstösslich nachgewiesen, dass der Saugmagen keinen Antheil an der Tonerzeugung habe.

Es konnte nun noch immer die Möglichkeit vorhanden sein, dass

1) Vgl. Müller's Archiv 1836.

der Ton in den Stigmen hervorgebracht würde, wie dieses bei den Dipteren und Hymenopteren durchgängig der Fall ist. Ich hatte jedoch schon früher, als ich mit der Untersuchung der Tracheenverschluss-apparate der Schmetterlinge beschäftigt war, die Stigmen mit ihren Verschlüssen mikroskopirt und gefunden, dass sich diese Organe nicht wesentlich von denen der übrigen Lepidopteren unterscheiden. Es bleibt somit nichts anderes über, als den Ton durch Friction entstanden zu erklären.

Eine aufmerksame Beobachtung des lebenden Thieres lässt auch stets eine Bewegung der Palpen erkennen, wie dieses von Réaumur bereits angegeben wurde. Der Rüssel bleibt dabei meist unbeweglich liegen. Die innere Fläche der Palpen ist am Grunde nackt. Die mikroskopische Untersuchung lässt auf dieser nackten, dem freien Auge glatt erscheinenden Fläche der Palpen eine grosse Anzahl feiner Reifen erkennen, die in ihrem Baue mit den Reibleisten der Nekrophoren, Mist- und Bockkäfer die grösste Aehnlichkeit haben. Werden nun die Reibleisten der Palpen an den Rüssel gerieben, so entsteht jedesmal der Ton des Schmetterlinges. Da die Reibleiste an der Basis der Palpen ihren Anfang nimmt, so verstummt der Schmetterling auch nicht eher, als wenn man die Palpen bis auf den Grund exstirpirt. Werden die Rüsselhälften auseinandergebogen, so konnte Wagner den Ton aus dem einfachen Grunde nicht mehr vernehmen, weil durch dieses Experiment die Palpen zwischen der Rüsselhälfte und dem Auge des Schmetterlings eingeklemmt werden und sich somit nicht mehr bewegen können. Bei resecirtem Rüssel kann natürlich der Ton ebenfalls nicht mehr entstehen, weil die angeriebene Unterlage fehlt. Da die Palpen im Innern nur sehr wenig Muskeln, aber viele Tracheenröhren und Blasen enthalten, so muss der Ton durch diese Resonanzvorrichtung bedeutend an Stärke gewinnen. Die Reibleisten der Palpen sind bei den Männchen dieses Schwärmers mit feineren Rillen besetzt, als bei den Weibchen, und eben damit harmonirt es, dass die Lautäusserung des Weibchens tiefer ist, als die des Männchens.

Es sind von den Forschern bei anderen Schmetterlingsspecies manchmal Töne gehört worden, und es lag die Vermuthung nahe, dass bei solchen Arten der Tonapparat einen ähnlichen Bau habe. Die angestellten Untersuchungen ergaben, dass namentlich die Sphingiden mit ähnlichen Instrumenten versehen sind. Ich will daher die Messungen einiger dieser Reibinstrumente hier folgen lassen:

	Länge der Reibleiste:	Breite derselben:	Anzahl der Rillen:
Acherontia atropos . .	2 Mm. . .	0,75 Mm.	35
Sphinx convolvuli . .	2 ,, . .	1 ,,	92
Sphinx ligustri . . .	1,1 ,, . .	0,33 ,,	30
Sphinx elpenor . . .	1,16 ,, . .	0,41 ,,	36
Sphinx pinastri . . .	1,33 ,, . .	0,5 ,,	39
Sphinx euphorbiae . .	1,4 ,, . .	0,4 ,,	32
Smerinthus tiliae . .	sehr schwach entwickelt		3

Da die Rillen beim Todtenkopfe sehr stark sind, so wird der Ton dadurch auch laut genug. Die übrigen Schmetterlinge, welche mit einem Tonapparate versehen sind, geben theils einen sehr schwachen Ton von sich, theils sind ihre Lautäusserungen aber auch der Art, dass sie von dem menschlichen Ohre nicht vernommen werden können.

Meigen[1]) bemerkt, dass auch die Raupe des Todtenkopfschmetterlinges einen zischenden Ton von sich gebe; jedoch hat nach meinen Beobachtungen der Laut der Raupe keine Tonfärbung, sondern er ist nur einem Knacken ähnlich. Sobald man das Thier berührt, schlägt es heftig um sich, und bei jeder schlagenden Bewegung des Körpers hört man einen sehr kurzen knackenden Ton. Ich konnte jedoch nach den sorgfältigsten Untersuchungen nicht constatiren, wodurch der Laut hervorgebracht wurde. Es schien mir allerdings, dass derselbe am Kopfe entstehe, allein es kam mir auch manchmal vor, als wenn er das Resultat der heftigen Muskelcontractionen sei.

Töne und Stimme der Hymenopteren.

Die Ordnung der Hautflügler ist ausserordentlich reichhaltig an Lautäusserungen. Es giebt nur sehr wenige Arten, welche völlig stumm wären. Die schleichende Lebensweise der Ichneumonen mag es mit sich bringen, dass sie ihre Stimme sehr selten hören lassen; auch ihr Flügelton ist dumpf und schwach. Von den Blattwespen habe ich nie eine Stimmäusserung wahrgenommen. Auch die kleinen Gallwespen haben für das menschliche Ohr nur unhörbare Laute. Dagegen summen die Hummeln, Bienen, Wespen u. s. w. so laut, dass die Bestimmung der Tonhöhe ihrer Stimme und Flügelbewegungen zu den leichtesten Untersuchungen dieser Art zu zählen ist.

1) Systematische Beschreibung der europäischen Schmetterlinge. Leipzig und Aachen 1830.

Der Brummapparat der Hummeln (Bombus).

In der Ordnung der Hymenopteren sind die Hummeln die typischen Brummer. Während des Fluges lassen sie beständig den tief brummenden Ton hören; aber auch wenn man ihre Flügel in der Gefangenschaft an der Vibration hindert, hört die Lautäusserung nicht auf. Schneidet man hingegen einer Hummel den Hinterleib ab, so vermag sie zwar noch mit den Flügeln zu rauschen und mit den bei den grösseren Metathoraxstigmen zu brummen, allein der eigentliche gewaltige Brummton ist dann bedeutend beeinträchtigt. Das leitet uns auf die Vermuthung, dass die Brummapparate vorzüglich am Hinterleibe sich befinden müssen: wir erkennen sie auch leicht in den Stigmen des Abdomen.

Die Stigmen des Hinterleibes liegen auf den oberen Halbbogen der Ringel und werden jedesmal von den häutigen Fortsätzen der vorderen Ringel verdeckt. Wegen dieses deckenden Schutzes finden sich auch an den Stigmenrändern keine Häärchen.

Der Bau der Brummstigmen kann uns nur anschaulich werden, wenn wir die von uns auf (Taf. XI. Fig. 19) gegebene Abbildung des Brummstigma's der gemeinen Hummel (Bombus terrestris) zu Grunde legen. Wir zeichneten dasselbe in 110facher Vergrösserung von der Innenseite.

Die Körperhaut zeigt die zellenförmige Zeichnung, wie wir sie in den Chitingebilden der Kerfe selten vermissen (Taf. XI. Fig. 19. *kh*).

In derselben liegt das mit schmalem Ringwulste umgebene ovale Stigma (*st*); es ist nur 0,167 Mm. gross.

Ueber dem Stigma weitet sich halbkuglig ein grösseres Chitinnäpfchen empor, dessen Ränder mit der Körperhaut verwachsen sind. Sein Durchmesser beträgt 0,4 Mm. Dieses Näpfchen ist durch einen Spalt in zwei Hälften getheilt (*nh* und *nh'*).

Die obere Hälfte des Näpfchens (*nh*) ist sehr zarthäutig und trägt den Verschlussapparat[1]) des Stigma's (*vk* und *v'k*), bestehend aus zwei Kegeln, dessen verbindende Musculatur nicht eingezeichnet wurde.

Die untere Hälfte des gewölbten Näpfchens (*nh'*) ist

1) An dem Rande sitzen zwei gelbe Chitinkegel auf, ein kleiner und ein grösserer. Die Spitzen derselben sind durch (hier nicht gezeichnete) Muskelfasern verbunden, durch deren Contraction und Relaxation der Rand des Näpfchens zusammengebogen oder auseinandergeweitet wird. Die genauere Beschreibung dieses Stigmenverschlusses werde ich neben anderen bald veröffentlichen.

bedeutend dickwandiger, und trägt auf ihrer Innenseite, dem Stigma zugewandt viele kleine Häärchen. Das Stigma liegt unter dieser Hälfte.

Zwischen dem Stigma und dieser letzten starkwandigen Näpfchenhälfte liegen zwei Chitinhäutchen, die eigentlichen Brummbänder. Sie heften sich mit der einen Seite an den Stigmenrand und mit dem anderen Kantenende an die Wand des Näpfchens (Taf. XI. Fig. 19. *sb. sb'*).

In den Spalt des Chitinnäpfchens mündet der betreffende zugehörige Tracheenstamm.

In dieser Weise sind alle Stigmen des Hinterleibes gleich gebaut. Die Entstehung der Brummstimme kann nun nicht mehr zweifelhaft sein.

Wird die Luft stark ein- und ausgetrieben — welches mehr oder minder der eigenthümliche Verschlussapparat des Stigma's regulirt — so reibt sie die gardinenartig aufgehängten Stimmbänder und diese gerathen dadurch in tönende Vibration.

Die beiden Stigmen des Metathorax, womit die Hummeln ebenfalls einen Ton erzeugen können, weichen etwas von dem Baue der übrigen ab. Ihre Oeffnung ist ein bedeutend grösserer Längsspalt, an dessen Rändern die Brummlippen angesetzt sind; ganz in ähnlicher Weise, wie wir es bei den Bienen noch eingehender behandeln werden.

Die Honigbiene (Apis mellifica).

Die Honigbiene kann zweierlei verschiedene Lautäusserungen hervorbringen. Wenn dieselbe von Blüte zu Blüte fliegt, um den Honig einzusammeln, so hört man einen ganz constanten summenden Ton, der sich leicht auf *a'* bestimmen lässt. Bei einigen Individuen liegt dieser Ton etwas tiefer (*gis'*), bei anderen etwas höher; er geht aber nie über *h'* hinaus. Dieser Ton wird durch die rapiden Flugbewegungen, bezüglich durch die Flügelbewegungen selbst, hervorgebracht.

Einen ganz anderen Laut hört man, wenn das Thier angefasst und an seinen Flügelbewegungen, etwa durch Abschneiden derselben, gehindert wird. Die Thiere lassen alsdann einen Laut hören, der verschiedene Tonhöhen annehmen kann und zwischen *a''* und *c'''* schwankt. Dieser ist die eigentliche Stimme, die in den Stigmen der Bienen gebildet wird. Die Stigmen der Biene sind an ihren Rändern unbewehrt, da die federförmigen Haare, die den ganzen Leib namentlich den Thorax bedecken, hinreichend den Eintritt fremder Körper verhindern. Die Stigmen des Hinterleibes liegen etwas verdeckt unter den hautartigen Fortsätzen der vorhergehenden Ringel selbst. Wir wollen die Stimm-

apparate einer italienischen Bienenkönigin beschreiben, weil bei ihr diese Organe am vollkommensten entwickelt sind.

Die Thoraxstigmen, vier an der Zahl, bilden längliche Spalten. Die Haut des Stigmenrandes setzt sich nach Innen fort und schneidet sehr scharfrandig ab. Diese Ränder etwa 0,55 Mm. lang und 0,067 Mm. breit bilden die Stimmbänder. Dieselben sind von dem gemeinschaftlichen Tracheenrohr überwölbt, an dessen einer Seite der zweikeglige Tracheenverschlussapparat angebracht ist.

Die Stigmen des Hinterleibes zeigen denselben Bau, nur dass die Dimensionen der einzelnen Theile geringer sind. Dasselbe gilt von den Stimmapparaten der Arbeiter im Stocke.

Die Stimmapparate des Hinterleibes können nur so lange zur Erzeugung der Stimme gebraucht werden, als sie mit der Brust im Zusammenhange stehen. Dahingegen erschallt die Stimme der Bruststigmen noch sehr laut, wenn auch alle äussern Bewegungsorgane nebst Kopf und Hinterleib resecirt werden.

Besondere Muskeln finden wir zur Spannung der Stimmbänder hier nicht vor; und es muss daher auffallend sein, dass die Thiere doch eine Modification ihrer Stimme bewerkstelligen können. Ich glaube den Grund hierfür darin finden zu müssen, dass die Bienen nicht zu gleicher Zeit alle Stimmapparate in Thätigkeit setzen. Den kleineren Stimmapparaten ist ein höherer Ton eigen, als den grösseren. Werden nun sämmtliche Stimmapparate in Thätigkeit gesetzt, etwa bei feindlichem Angriffe, so müssen die höheren Töne prävaliren, weil die kleineren Stimmapparate in der Mehrzahl vorhanden sind. Tönen hingegen nur die grösseren Stimmapparate an der Brust, so wird man nur den tiefe-ren Ton vernehmen.

Die Bienen können ihre Stimme ganz willkürlich erschallen lassen. Die Stimme der Königinnen ist wegen der vollkommneren Entwickelung aller ihrer Körperorgane stärker, als die der Arbeitsbienen. Sie lassen dieselbe namentlich dann hören, wenn ein neuer Schwarm über kurze Zeit den Mutterstock verlassen will. Man kann jedoch die Königinnen auch zwingen, ihre Stimme hören zu lassen. Wenn man nämlich zwei Königinnen getrennt in kleine Käfige sperrt und neben einandersetzt, so fangen sie gleich an, ihre laute Stimme zu produciren.

Die Wespen, Hornissen, Holzwespen haben ganz ähnlich gebaute Stimmapparate, als die Bienen.

Unter den Hymenopteren gibt es auch Species, welche ähnlich wie die Klopfkäfer, durch Anschnellen ihres Kopfes gegen die feste Unterlage ein Geräusch hervorbringen. Dieses thun nicht allein die Termiten, sondern es ist auch von einigen Ameisenarten beobachtet worden.

So heisst es in einem »Auszuge aus SMEATHMANN's Schreiben an Herrn BANKS« in den Philos. Transact. LXXI. Th. 1, welcher als ein »Muster von genauer Beobachtung« anerkannt ist: »Verschiedene dieser kriegerischen Termiten schlagen mit ihren Rüsseln auf den äusseren Theil ihrer Gebäude, welches einen Lärm macht, den man bis auf 4 bis 5 Fuss weit hören kann[1])«.

Die Stimme der Wasserjungfern (Libellulida).

Der Flügelschlag der Libellen bietet in den verschiedenen Gattungen eine grosse Mannichfaltigkeit dar. Mit dem tagfalterartig schwankend flatternden Fluge der Schlankjungfern (Agrion) contrastirt der enorm rapide Flug der grossen Libellen (Aeschna, Cordulegaster etc.), welcher uns an die pfeilschnellen Bewegungen der Sphingiden erinnern muss. Der Ton, welcher durch den Flügelschlag hervorgebracht wird, gleicht nicht einem Summen und Brummen, sondern er ist ähnlich dem melancholischen Säuseln des Schilfes. Das Uferschilf ist die Ruhestätte der Libellen, und sie scheinen gleichsam dem Schilfe die säuselnde Bewegung abgelauscht zu haben, die sie im Fluge täuschend nachahmen. Wenn schon ein gutes Ohr dazu gehört, das durch den Flug der Libellen hervorgebrachte schwach knisternde Geräusch wahrzunehmen, so gilt dieses in doppeltem Maasse von der Stimme dieser Thiere, welche in der That von uns kaum gehört werden kann.

Die Stimmapparate sind bei den Libellen in den Stigmen des Thorax angebracht. Die Stigmen des Hinterleibes sind sehr klein und liegen in den Hautfalten verborgen. Der Thorax besitzt zwei Stigmenpaare. Die beiden grössten Stigmen liegen am Prothorax; sie werden von dem grossen Kopf verdeckt. Schiebt man den Kopf seitwärts, so erkennt man sie leicht als längliche Spalten kurz hinter der Dorsalseite des Halses. In diesem ersten Stigmenpaare kommt eigentlich nur ein vollkommen entwickelter Stimmapparat vor.

Der Metathorax wird durch eine ziemlich tiefe Furche jederseits in zwei Längsfelder getheilt; in der unteren Ecke des vorderen Feldes liegt das zweite Bruststigma, in welchem jedoch der Stimmapparat auf ein Minimum reducirt ist. Sonderbar bleibt es immerhin, dass bei den Libellen das Stimmorgan hauptsächlich in dem ersten Stigmenpaare entwickelt ist, während bei den übrigen Insecten vorzüglich die Metathorakalstigmen zur Hervorbringung der Stimme eingerichtet sind.

Da die Stimmapparate sämmtlicher Libellen nach demselben Ty-

1) Vgl. Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturwissenschaften, von LICHTENBERG und VOGT. Gotha 1787. Band 4. Stück 3. pag. 27.

pus gebaut sind, so werden wir uns darauf beschränken, ein einziges Stimmorgan genauer zu beschreiben.

Das Stimmorgan von Aeschna juncea.

Die beiden ersten Thoraxstigmen sind bei den Arten des Genus Aeschna auffallend gross (Taf. XI. Fig. 20). So ist das Stigma unserer Binsenlibelle 1,6 Mm. lang und 0,15 Mm. breit. Es bildet mithin eine schmale Spalte. Die Ränder des Stigma's sind unbewehrt. Diese ersten Stigmen des Prothorax sind zu Stimmorganen eingerichtet.

Die beiden Lippen des langen und schmalen Stigma's sind völlig verschieden gebaut. Die eine bildet einen sehr schmalen einfachen Rand (Fig. 20. *sr.*). Die gegenüberliegende Lippe trägt den Schwirrapparat. Ich habe diesen Namen gewählt wegen des eigenthümlichen säuselnd schwirrenden Geräusches, welches durch den Apparat hervorgebracht wird, sobald die Respirationsluft mit einiger Vehemenz durch das Stigma gezwängt wird. Auf dieser Lippe liegt ein Chitingerüst, welches mit einem Kamme verglichen werden kann (Fig. 20. *k*). Etwa zwanzig Zähne, 0,05—0,067 Mm. von einander abstehend, bilden das feste Gerüst einer Haut, welche allmählich in das Tracheenrohr übergeht. Zwischen diesen festeren Zähnen ist eine äusserst zarte Haut ausgespannt, jedoch nicht straff, sondern sehr locker und faltig, und zwar so, dass zwischen je zwei Zähnen des Kammes eine Hautfalte zu liegen kommt. Diese Schwirrhaut besteht aus einer einzigen Lage ziemlich grosser (Fig. 20. *sb.*) Zellen, die im Zusammenhange unter dem Mikroskope das Ansehen kleiner Tüllgardinchen haben. Durch die Friction der Athmungsluft an diese Schwirrhaut entsteht die eigenthümlich säuselnd schwirrende Stimme der Libellen.

Die beiden Stigmen des Metathorax weichen im Baue sehr von denen der Vorderbrust ab. Ihre Oeffnung ist mehr oval. An der einen Stigmenlippe befindet sich eine halbmondförmige Klappe, die mit einer grossen Menge steifer Haare besetzt ist. Die andere Lippe ist kahl. Durch besondere Muskeln kann jene Klappe auf- und niedergehoben werden, wodurch das Stigma geöffnet und verschlossen wird. Von einer Schwirrhaut, wie wir sie in den ersten Stigmen finden, ist hier keine Spur vorhanden, und die Thiere sind nicht im Stande mit diesen Stigmen eine Stimme hervorzubringen.

Die übrigen Species der Gattung Aeschna zeigen nur unwesentliche Abweichungen im Baue ihrer Stimmapparate. So finde ich bei Aeschna grandis nur den Unterschied, dass die Schwirrhaut zarter gebaut und völlig durchsichtig ist, während bei Aeschna juncea dieses

Organ eine braune Färbung zeigt. Daher kommt es auch, dass die Zellstructur der Schwirrhaut bei den Arten leichter beobachtet wird, deren Schwirrapparat dunkler gefärbt ist. Auch treten die feinen Stächelchen, womit die Zähne des Schwirrkammes besetzt sind, dann deutlicher und schärfer hervor.

Die Töne der Flügelschwingungen.

Manche Insecten führen während des Fluges sehr wenige Schwingungen mit den Flügeln aus. Dazu gehören die flatternden Tagfalter, bei denen man auch nie einen Ton vernimmt. Sind die Flügel aber von häutiger Beschaffenheit, wie etwa bei den Wasserjungfern, so entsteht trotz der trägen Flügelbewegung oft ein Geräusch dadurch, dass die Flügel während des Fluges sich theilweise berühren und eben dadurch ein flirrendes Geräusch zu Stande bringen.

In den Ordnungen der Dipteren und Hymenopteren finden wir aber eine staunenswerthe Mannichfaltigkeit der Töne, die lediglich durch ihre Flügelschläge entstehen. Die rapide Flügelbewegung wird diesen Insecten durch die ausserordentlich stark entwickelte Musculatur des Thorax ermöglicht. Die Flügel bringen dann ganz in ähnlicher Weise den Ton hervor, als wenn eine Metallzunge in schwingende Bewegungen gesetzt wird. Soll nun die Tonhöhe der Flügelschwingungen bestimmt werden, so kann man einen doppelten Weg einschlagen. Entweder beobachtet man das fliegende Insect im Freien, oder man hält es eingefangen so, dass die Flügelbewegung möglichst unbehindert bleibt. Der erste Weg verdient aber ersichtlich den Vorzug. Er ist aber desswegen viel schwieriger, weil einerseits von Seiten des Beobachters ein sehr feines musikalisches Ohr verlangt wird, und andrerseits der Beobachter sich lange geübt haben muss, den Ton der oft momentan vorbeisurrenden Insecten sogleich richtig aufzufassen. Nur der wird die Schwierigkeit solcher Beobachtungen zu würdigen wissen, welcher es mal versucht hat, den Ton etwa einer vorbeisummenden Fliege zu bestimmen. Am besten verfährt man bei dieser Tonbestimmung so, dass man den Kammerton *a'* beständig leise selbst singt. Summt nun ein Insect vorbei, so wird es bei einiger Uebung gelingen, den Ton richtig zu bestimmen.

Die Flügeltöne sind bei ein und demselben Individuum constant. Die Grösse der Individuen derselben Art übt hingegen einen Einfluss auf die Tonhöhe aus; übrigens sind die hierdurch bedingten Intervalle im Ganzen sehr geringe, so dass man sie wohl un-

berücksichtigt lassen kann. So bestimmt man leicht den Flügelton der Stubenfliege auf *f'*. Der Flügelton der Biene ist *a'*. Wir werden später noch eine ganze Reihe anderer Insecten aufführen mit beigefügten Flügeltönen. Etwas abnorme Verhältnisse treten bei den Insecten ein, wenn sie stark ermüdet sind. Bei ungeschwächter Körperkraft sind während des Fluges die Bewegungen gleichmässig und daher der constante Ton. Ein ermüdetes Thier macht aber weniger Schwingungen und eben daher sinkt die Höhe des Flügeltones herab. So z. B. tönt die Biene mit den Flügeln *a'*; ein Individuum, welches längere Zeit zu Untersuchungen gedient hatte und ersichtlich abgemattet war, gab mit den Flügeln den Ton *e'*, also eine Quarte tiefer.

Differiren die Geschlechter in derselben Art in Bezug auf ihre Grösse, so ist auch der Ton der Flügeltöne bedeutend verschieden. Die kleinen Männchen der Erdhummel (Bombus terrestris) haben zum Flügelton *a'*, während ihre grossen Weibchen eine ganze Octave tiefer summen. Es hängt dieses natürlich mit der Grösse der Flügel und der mehr oder weniger schnellen Bewegung derselben aufs Innigste zusammen.

Es gibt oft kleine Insectenarten, welche einen bedeutend tieferen Flugton haben, als grössere Species. So summt die kleine Regenbreme (Haematopota pluvialis) den Ton *h*, während doch die weit grössere Biene mehr wie eine Octave höher summt. Der Grund dieser Erscheinung liegt auch hier hauptsächlich in der geringeren oder grösseren Anzahl der Flügelschwingungen, die in gleicher Zeit ausgeführt wird.

Oft sind mit den Flügeltönen noch Geräusche verbunden. Ich erinnere nur an das klappernde Geräusch der rothgeflügelten Heuschrecke (Pachytylus stridulus). Hier wiegt das Klappern, hervorgerufen durch die Reibung der schwingenden Unterflügelwurzeln an die Flügeldecken, bedeutend vor. Den umgekehrten Fall, wo der Flugton ein begleitendes Geräusch übertönt, habe ich beobachtet bei der Waffenfliege (Stratiomys camaeleon und Verwandten). Bei ihr hört man ein knackendes Geräusch der Flügelwurzeln, welches aber bald an den stärker vibrirenden Flügeln völlig übertönt wird.

Eine zweite Art und Weise, wie die Flügel zum Tönen gebracht werden können, ist die der Reibung. Gerade so, wie der Fiedelbogen die Saite der Geige zum Schwingen bringt, versetzt auch die Schrillader der Gryllen vermöge ihres eigenthümlichen Baues die Flügeldecken in tönende Bewegung. Eine Modulation des Tones kann bei ein und demselben Individuum durchaus nicht stattfinden. Wenn man trotzdem die Gryllen und Heimchen nicht in demselben Tone zirpen hört, so liegt

dieses in der Individualität der Thiere begründet. Manche Thiere sind kleiner, als andere ihrer Verwandten, wobei dann die grösseren Männchen auch höher zirpen, als die kleineren. Ganz dasselbe habe ich beobachtet an den Feldheuschrecken, deren Flügeldecken durch die Reibung der Hinterschenkel in tönende Schwingungen versetzt werden. Unter ihnen kann das Individuum den Ton wohl in sofern moduliren, als man auf das Forte und Piano, Crescendo und Decrescendo sein Augenmerk richtet, nie aber findet man den Ton höher oder tiefer.

Die Tonhöhe der Insectenstimmen.

Manche Insecten besitzen nur einen Flugton, den sie vermittelst ihrer Flügelbewegungen während des Fluges erschallen lassen. Andere haben nur eine Stimme und ihr Flug ist völlig geräuschlos. Eine dritte Gruppe ist mit beiderlei Tonapparaten begabt, wie die Dipteren und Hymenopteren.

Die Stimme der meisten Insecten ist von dem Flugton verschieden. Oft beträgt diese Tondifferenz nur wenige Töne, oft sind die Intervalle aber sehr bedeutend. Es wird genügen, diese Thatsache an wenigen Beispielen zu veranschaulichen. Der Flugton der Honigbiene ist a'; ihre Stimme tönt eine Octav höher und geht oft in h'' und c'' über. Während die Stubenfliege mit den Flügeln in f' summt tönt ihre Stimme in h' und c'. Bei der Blütenbiene (Anthidium manicatum) ist die Tondifferenz wirklich ganz enorm; ihr Flugton ist g', und der Ton ihrer Stimme beinahe zwei Octaven höher, sie reicht nämlich bis f'''.

Der Flügelton ist bei ein und demselben Individuum constant; mit der Stimme verhält es sich anders. *Die Stimme der Insecten ist einer Modulation fähig, und zwar sowohl in Bezug auf die Tonhöhe, als auch auf die Tonstärke.* Man vermag sogar in der Stimme mancher Insecten eine bestimmte Melodie zu erkennen. Die gemeine Schmeissfliege brummt die Töne dis'' d'' c''', indem sie dieselben in einanderschleift; nach kurzer Pause wiederholt sie dieselbe Tonfigur. Eine Schwebfliege (Syrphus ribesii) schleift die beiden Töne e'' und dis'' regelmässig nach kurzen Zwischenpausen in einander. Die schon oben genannte Blütenbiene hat unter den von mir untersuchten Insecten den grössten Umfang in der Stimme; sie brummt c''' cis''' d''' e''' f'', in der mannichfaltigsten Weise durcheinander.

Fragen wir nach den *Ursachen*, wodurch die Insectenindividuen in den Stand gesetzt werden, die Modulation in ihrer Stimme eintreten

zu lassen, so können wir hauptsächlich zwei anführen. Zunächst kann die Modulation darin begründet sein, dass viele Stimmbänder in Bewegung gesetzt werden. Bei den Schlammfliegen besteht das vibrirende Stimmband aus 24 bis 25 einzelnen Blättchen von verschiedener Länge und Breite. Ein jedes Blättchen wird auch bei der schwingenden Vibration einen anderen Ton hervorbringen. Tönen nun durch die Athmungsluft weniger oder mehr, höher oder tiefer gestimmte Blättchen, so muss dieses nothwendigerweise eine Modulation in der Stimme nach sich ziehen. Eine zweite Ursache finde ich in der verschiedenen Spannung der Stimmbänder. Letztere liegen bekanntlich immer in einem sog. Brummringe ausgespannt, an dessen federndem Mittelstücke die Musculatur angebracht ist. Die Muskeln üben aber auf die Spannung der Brummringe und damit auf die Spannung der Stimmbänder einen grossen Einfluss aus. Es ist in Beziehung auf den Ton ein gewaltiger Unterschied, ob das Kalbfell auf der Trommel straff gespannt ist oder nicht, und ebenso muss die grössere oder geringere Spannung der Stimmbänder der Insecten auf die Tonhöhe der Stimme selbst einen wesentlichen Einfluss ausüben.

Die Verschiedenheit der Geschlechter wirkt auf die Tonhöhe der Stimme insofern ein, als die Theile der Stimmapparate der Weibchen grösser sind, als die der Männchen. Die Stimme der Insecten-Männchen ist daher gewöhnlich etwas höher, als die der Weibchen.

Sollte es sich nachweisen lassen, dass die Insecten durch ihre Stimmapparate auch Athmungsluft *in ihren Körper aufnehmen*, so hätten wir auch hierin einen Grund der Stimmmodulation. Es ist nämlich eine bekannte Erscheinung, dass Metallzungen einen ganz andern Ton geben, wenn man sie vor den Mund hält und die Luft ausbläst, als wenn man sie einsaugt. Die Tondifferenz beträgt gewöhnlich einen halben Ton. Würde es sich nachweisen lassen, dass die Insecten durch die Stimmapparate auch die Luft einsaugten, so müssten die vibrirenden Stimmbänder einen höheren Ton geben, als beim Aushauchen der Respirationsluft.

Schliesslich mögen hier die genaueren Bestimmungen über den Tonumfang und Melodien der Insectenstimmen eine Stelle finden. Die Aufzeichnungen sind so eingerichtet, dass in den beiden zusammengehörenden Notensystemen unten der Flügelton und oben die Höhe und Melodie der Stimme eingezeichnet ist. Wir haben hauptsächlich solche Insecten ausgewählt, welche in ihren Lautäusserungen unter einander abweichen.

Einige Beispiele für die Höhe der Stimmen und Töne der Insecten.

Stimme:

Flugton:

Musca vomitoria. (Schmeissfliege.) oder selten

Mesembrina meridiana.

Musca domestica. (Stubenfliege.)

Syrphus ribesii.

Eristalis tenax. (Schlammfliege.)

Haematopota pluvialis. (Regenbreme.)

Rhyngia rostrata.

Culex annulatus ♂.

Culex annulatus ♀.

Culex pipiens. (Stechmücke.)

Apis mellifica. (Honigbiene.)

Bombus terrestris. (Erdhummel, kleines ♂.)

Bombus terrestris. (Erdhummel, grösser.)

Bombus muscorum. (Mooshummel, grosses ♀.)

Bombus muscorum. (sehr kleines ♂.)

Ammophila sabulosa.

Anthidium manicatum. (Blütenbiene.)

Schnarrtöne der Akridien.

Schrilltöne der Heimchen. (Gryllus domesticus.)

Die Entstehung der Lautäusserungen.

Die Instrumente, welche wir zur Hervorbringung von Tönen anwenden, sind hauptsächlich: gedeckte Pfeifen, Orgelpfeifen, Glocken, Saiten, Stäbe, Stimmgabeln und Zungenpfeifen. Die Stimmapparate der Insecten kann man füglich nur mit der Wirkung der Zungenpfeifen vergleichen, weil hier Membranen in Schwingung versetzt werden, welche am Ende oder doch kurz vor der Oeffnung der Tracheenrohre angebracht sind.

Die Pfeifen selbst werden von den Tracheen gebildet. Dieselben verästeln sich in dem Insectenkörper bekanntermaassen ganz enorm, sammeln sich allmählich zu grösseren Aesten und endigen schliesslich in ein einziges Rohr, dem der Stimmapparat in ähnlicher Weise aufsitzt, wie der Kehlkopf der Säuger der Luftröhre. Vor dem Eintritt der Trachee in den Stimmapparat verengt sich dieselbe, und ist oft an dieser Stelle, wie z. B. bei den Hymenopteren mit besonderen Apparaten versehen, wodurch es den Thieren ermöglicht wird, viel oder wenig Luft durch diese Oeffnung auszustossen. Die Tracheen bilden auf diese Weise einen Blasebalg, dem die Stimmapparate aufsitzen.

Die Zungen der Stimmapparate stellen die kleinen Blättchen dar, mögen sie nun gardinenartig, blättchenförmig, oder selbst in Form von Röhrchen vorhanden sein. Bekanntlich übt die Substanz, aus welcher Saiten oder Zungen bestehen, einen wesentlichen Einfluss aus auf die Töne. Wir fanden dieselbe bei allen Insecten gleichartig, indem sie sich als Chitinstoff mit Sicherheit zu erkennen gibt. Auch die Spannung der Bänder wirkt wesentlich auf die Höhe des Tones ein. Diese wird bei den Insecten geregelt durch die Musculatur der Brummringe, bei deren Contraction auch die Stimmbänder straffer angespannt werden und mithin einen höheren Ton geben.

Die Respirationsluft setzt diese Zungen resp. die membranösen elastischen Stimmbänder in tönende Bewegung. Es fragt sich, ob es die exspirirte oder die inspirirte Luft ist, welche die Stimme der Insecten verursacht. Das Erstere ist durch folgendes Experiment leicht zu beweisen: Exstirpire ich etwa einer Brumm- oder Schlammfliege sämmtliche äussere Bewegungsorgane, und lege das Thier mit der Rückenfläche auf die Oberfläche des Wassers, so treibt der Rumpf bei jeder Stimmäusserung vorwärts. Es ist hier die aus den Stimmapparaten hervorgestossene und ausgeathmete Luft, welche diese Locomotion zu Stande bringt. Werden die Stimmapparate verklebt, so hört auch die Fortbewegung sofort auf. Schwieriger ist die Frage zu beantworten, ob auch diejenige Luft, welche beim Einathmen

in den Körper gelangt, die Stimmbänder in tönende Schwingung versetze. Ich glaube dieses verneinen zu müssen, und zwar aus folgenden Gründen: Die Stimmbänder der Fliegen liegen so, dass die gardinenförmigen Häutchen der Brummringe mit ihren freien Kanten nach aussen lippenförmig gegeneinander neigen. Würde nun die Luft auch durch diese Stimmapparate eingeathmet, so müssten die Lippen der Stimmbänder aneinander klappen und somit den Apparat völlig schliessen. Anderseits müsste auch die Stimme ohne Unterbrechung erklingen, wenn die Luft auch beim Einathmen die Stimmbänder in tönende Bewegung setzte. Dieses geschieht aber niemals, sondern es ist jedesmal zwischen jeder Stimmäusserung eine längere oder kürzere Pause.

Es fragt sich nun, wie die Luft, welche zur Stimmerzeugung verwandt wird, in den Körper hinein gelange. Dieses geschieht mit Hülfe der Respirationsmuskeln und der Tracheenverschlussapparate. Es würde mich hier zu weit führen, wollte ich die staunenswerthe Mannichfaltigkeit letzterer Einrichtung hier auseinander setzen, und ich spare dieses für eine separate Abhandlung auf, mit deren Ausarbeitung ich schon seit längerer Zeit beschäftigt bin; jedoch müssen die Hauptresultate hier berücksichtigt werden. Hinter den Stigmen liegen stets an den Tracheen eigenthümliche Apparate, welche es den Insecten ermöglichen, die Tracheen zu öffnen oder zu verschliessen, und zwar ist dieses der Willkür der Thiere völlig anheimgegeben. Die Insecten öffnen beim Einathmen die Tracheenverschlüsse und die Luft tritt in den Körper. Die Tracheen mit der bekannten chitinisirten inneren Haut sind aber nicht im geringsten im Stande, die eingetretene Luft weiter zu befördern. Desswegen werden die Tracheenverschlüsse nun verschlossen, die Respirationsmuskeln ziehen sich zusammen und die Luft wird nach allen Seiten bis in die feinsten Verzweigungen der Tracheen hineingezwängt und gelangen so zu den Respirationszellen am Ende der Tracheenröhrchen. Wären die Tracheenverschlussapparate nicht vorhanden, so würde die Luft gleich wieder aus den Athmungsorganen entfernt werden, ohne den Körperorganen ihren Dienst geleistet zu haben. Es ist durch die Einrichtung der Tracheenverschlussapparate auch den Insecten völlig anheimgegeben, wieviel Luft sie in den Körper aufnehmen wollen. Schliessen sie dieselben, bevor die eingeathmete Luft wieder ausgestossen ist, und beginnt dann die Einathmung von Neuem, so müssen die Tracheen und die oft mit ihnen zusammenhängenden Tracheenblasen sich allmählich mit Luft füllen. Dieses thuen sie namentlich kurz vor dem Fluge. Auf diese Weise füllen sie nach und nach ihre Respirationsorgane mit Luft, die dann die Luftreservoire, ähnlich den Blasebälgen unserer Orgeln, herstellen, um die

Stimmbänder der Stimmorgane in Bewegung zu setzen. Da die kräftigsten Stimmorgane stets am Thorax liegen, so wird die Contraction der Muskeln dieses Körpertheils, in denen sich die Tracheen so zahlreich verästeln, auf die Ausstossung der Luft durch die Stimmapparate von grossem Einflusse sein. Es brauchen zwar nicht jedesmal, wenn Luft durch die Stimmapparate ausgestossen wird, auch die Stimmbänder nothwendig zu tönen; denn dieses hängt einerseits von der Menge, anderseits von der Schnelligkeit der ausgeathmeten Luft ab. Beides kann aber von den Insecten willkührlich regulirt werden. So haben die Bienen an allen Stimmapparaten besondere Verschlüsse, welche sie schliessen und öffnen können; die Fliegen können sogar ihre Stimmbänder einander nähern oder von einander entfernen.

Das Resultat dieser Untersuchungen können wir somit dahin zusammenfassen: die Insecten bringen vermittelst der Exspirationsluft in ihren Stimmapparaten ihre Stimme willkührlich hervor.

Wollen wir die Ursache der übrigen Lautäusserungen angeben, so können wir uns schon kürzer fassen. Die Flügel tönen bei vielen Insecten durch ihre rapide Bewegung durch die Flügelmuskeln; so finden wir es bei vielen Käfern, bei Dipteren und Hymenopteren. In anderen Fällen ist es die Friction, welche entweder die Flügel in tönende Schwingungen versetzt, wie bei Heimchen, Gryllen u. A., oder die Flügeldecken werden durch die Hinterschenkel angegeigt. Die reibenden Körpertheile der Holzböcke, Nekrophoren, Mistkäfer u. A. fanden schon oben hinreichende Berücksichtigung.

Auch treffen wir bei den Toninstrumenten der Insecten besondere Resonanzvorrichtungen an. So sind es bei den Bockkäfern die gewölbten Thoraxringe, welche nebst den unterliegenden Tracheenblasen kräftig mitschwingen. Es ist eine bekannte Thatsache, dass Saiteninstrumente, deren Saiten man anschlägt, bedeutend kräftiger tönen, wenn die Instrumente hin- und hergeschwungen werden; so ahmt man mit einer schwingenden Guitarre das Glockengeläute nach. In ähnlicher Weise werden auch die durch die Luft hin- und hersummenden Insecten an Tonstärke bedeutend gewinnen. Die Gryllen vibriren mit ihren Flügeln nach jedem Schrill und verstärken dadurch wesentlich den zirpenden Ton. In anderen Fällen ist die ganze harte äussere Körperbedeckung zur Resonanz thätig. Man fühlt dieselbe leicht, wenn man z. B. eine brummende Fliege zwischen den Fingern hält.

Die Zahl der Flügelbewegungen.

Diejenigen Insecten, welche nur zwei Flügel haben, wie die Fliegen, schwingen beim Fluge diese Organe in der Weise, dass sie symmetrisch auf- und niederschlagen werden. Sind hingegen die Kerfe mit vier Flügeln ausgestattet, so gilt es als Regel, dass die Flügeldecken an den Flugbewegungen direct keinen thätigen Antheil nehmen. Die Käfer z. B. klappen die Flügeldecken entweder hoch auf, wie der Maikäfer, oder die Decken werden nur ganz wenig gehoben, so dass die häutigen Flügel eben Raum genug für ihre Schwingungen finden. Letzteres kann man bei fliegenden Goldkäfern (Cetonia aurata) sehr leicht beobachten. Die Immen haben im Verhältnisse zu ihrer Körpergrösse kleine und schmale Flügel. Um die Flugfähigkeit zu heben sind die Hinterflügel mit den Vorderflügeln verbunden. Der Vorderrand der Hinterflügel ist bei allen Species mit kleinen Häkchen besetzt, deren Anzahl und Form für jede Species charakteristisch ist. Diese Häkchen haken sich in eine Rinne am Hinterrande der Vorderflügel. Durch diese sinnreiche Einrichtung wird einerseits die innige Verbindung der Vorder- und Hinterflügel zu einer einzigen Fläche hergestellt, anderseits verhindert sie nicht die freie Bewegung der Hinterflügel durch ihre Muskeln. Eine ähnliche Verbindung der beiden Flügelpaare findet sich auch bei manchen Schmetterlingen. Dort befindet sich — wie van der Hoeven zuerst nachwies — an dem Hinterflügel eine Borste, welche durch ein Loch des zugehörigen Vorderflügels geht, und so die Flügel aneinanderhält und die Flügelbewegungen rythmisch ausführen hilft.

Bei sehr wenigen Insecten sind die Bewegungen beim Fluge derart, dass sie so langsam sind, um ihre Anzahl direct zu bestimmen. So wird es schon sehr schwer, die Anzahl der flatternden Bewegungen der Tagschmetterlinge anzugeben. Geradezu unmöglich ist es, die rapiden Flügelschläge der dahin summenden Fliegen, Bienen, Hummeln u. s. w. zu zählen. Diese Aufgabe lässt sich jedoch leicht lösen durch die Beobachtung derjenigen Töne, welche durch den Flügelschlag bewirkt werden.

Es ist eine bekannte Sache, dass die Höhe des Tones sich richtet nach der Anzahl der Schwingungen, welche ein Körper macht. Wir müssen auf die Art und Weise, wie man die Schwingungszahlen der Töne bestimmt, auf die physikalischen Lehrbücher[1]) verweisen. Sind nun einmal die Schwingungszahlen der Töne festgestellt, so kann man auch umgekehrt von den Tönen auf ihre Schwingungszahlen schliessen.

1) Helmholz, Tonempfindungen 1863.

So wissen wir, dass, so oft wir den Kammerton *a'* unserer Instrumente im Concerte hören, derselbe auch 440 Schwingungen in einer Secunde macht. Wir wollen nun zunächst eine Tabelle einschalten, aus welcher zu ersehen ist, wieviel Schwingungen ein jeder Ton unserer gebräuchlichen Scala macht:

Schwingungszahlen der Töne:

Töne:	Contra-Octave *C,—H,*	Grosse Octave *C—H*	Ungestrichene Octave *c—h*	Eingestrichene Octave *c'—h'*	Zweigestrichene Octave *c''—h''*	Dreigestrichene Octave *c'''—h'''*	Viergestrichene Octave *c''''—h''''*
C	33	66	132	264	528	1056	2112
D	37,125	74,25	148,5	297	594	1188	2376
E	41,25	82,5	165	330	660	1320	2640
F	44	88	176	352	704	1408	2816
G	49,5	99	198	396	792	1584	3168
A	55	110	220	440	880	1760	3520
H	61,875	123,75	247,5	495	990	1980	3960

Mit Hülfe dieser Schwingungszahlen wird es leicht, die Menge der Flügelschläge der Insecten zu bestimmen. Ich habe den Ton, den die gewöhnliche Stubenfliege durch ihre Flügelschläge bewirkt auf *f'* bestimmt; sie wird somit auch 352 Flügelschläge in einer Secunde machen, weil eben so viele Schwingungen zur Hervorbringung dieses Tones erforderlich sind. Das Weibchen der Mooshummel (Bombus muscorum) summt im Fluge *a*; es führt mithin 220 Flügelschläge in einer Secunde aus. Die Honigbienen lassen durch ihre Flügelbewegungen durchschnittlich den Kammerton *a'* hören, und sie machen demnach 440 Schwingungen in jeder Secunde, also gerade doppelt so viel, wie die grosse Mooshummel. Ist hingegen die Honigbiene ermüdet, so hörte ich den Flügelton in *e'* klingen, und in diesem Falle wird sie also nur 330 Schwingungen in einer Secunde machen.

Die Musculatur der Stimmapparate.

Eigentliche Stimmapparate, welche vermittelst der Respirationsluft in Thätigkeit gesetzt werden, besitzen unter den Insecten nur die Zweiflügler, die Immen, Libellen, einige Käfer und Cicaden. Da es dem Willen dieser Thiere anheimgestellt ist, ihre Stimme zu äussern oder nicht, so liegt schon von vornherein die Vermuthung sehr nahe, dass Muskeln und Nerven diese willkürlichen Bewegungen vermitteln.

Sehr ausgebildet und entwickelt ist der Stimmapparat bei den Fliegen und mit ihm die Musculatur desselben. Wir unterscheiden bei ihnen zwei Gruppen von Muskeln: 1) die Muskeln zur

Bewegung der Brummringe, und 2) die Muskeln, welche zur Bewegung der äusseren Stigmenränder dienen.

Der Brummring, von länglich ovaler Form, besteht aus zwei Halbbogen; letztere sind an dem einen Ende durch ein federndes Zwischenstück mit einander verbunden; an dem andern Ende hingegen gehen sie immer dünner werdend zuletzt unvermerkt häutig in einander über. In der inneren Oeffnung des Brummringes liegen die verschiedenartig gestalteten Stimmbänder. Der Brummring ist einer doppelten Bewegung fähig: er kann nämlich etwas zusammengezogen und wieder ausgedehnt werden. Die Zusammenbiegung der beiden Schenkel des Brummringes wird einzig und allein durch Muskeln bewerkstelligt; die Ausdehnung geschieht dagegen auf rein mechanischem Wege.

Zum Zwecke der Zusammenziehung des Brummringes finden sich zwei Muskelbündel an dem federnden Zwischenstück des Ringes (Taf. X. Fig. 10. *m. m'.*). Das Zwischenstück senkt sich keilig zwischen die verdickten Enden der Schenkel des Ringes ein und ist durch seine Elasticität stets bestrebt, die Schenkel des Ringes auseinander gespannt zu halten. Auf dem Boden des keiligen Mittelstückes, welches eine trichterförmige Höhlung hat, sind jene beiden Muskelbündel befestigt. Jedes Bündel läuft an der Anheftungsstelle dünn zu, und dehnt sich nach dem Austritte aus dem keiligen Mittelstücke breiter aus (bei der Brummfliege wird es dort 0,153 Mm. dick). Beide Muskelbündel setzen sich mit dem anderen Ende an die innere Chitinwand des Thorax oberhalb des Brummapparates. Die Anzahl der Muskelfasern und ihre Dicke richtet sich im Allgemeinen nach der Grösse der Fliegenspecies. Bei der Brummfliege bestehen beide Muskelbündel wenigstens aus hundert einzelnen Fasern von 0,0134 Mm. Dicke. Dass diese Muskeln mit zahlreichen Tracheenverzweigungen durchzogen sind, lässt auf ihre energische Thätigkeit schliessen.

Die Wirkung dieser Muskeln kann nun nicht mehr dunkel bleiben. Der Brummring ist unten (Taf. X. Fig. 10. *o*) angeheftet. Werden die Muskeln contrahirt, so biegen sich die beiden Halbbogen des Ringes offenbar zusammen. Dadurch nähern sich die im Brummringe ausgespannten Stimmbänder und die Stimmritze wird verengt. Wird nun die Respirationsluft ausgestossen, so setzt dieselbe die Stimmbänder bei verengter Stimmritze in tönende Schwingungen. Lässt hingegen die Musculatur in der Contraction nach, so nimmt der Brummring von selbst wegen seiner Elasticität seine ausgespannte Lage wieder ein. Die Stimmbänder entfernen sich von einander und die Respirationsluft

kann durch die erweiterte Stimmritze passiren, ohne die Stimmbänder in tönende Bewegung zu setzen.

Man überzeugt sich leicht an lebenden Individuen, dass eine Bewegung der Brummringe und mit diesen eine Spannung der Stimmbänder stattfindet. Ich beobachtete dieses oft an Schlammfliegen (Eristalis), die ich in folgender Weise zubereite. Ich schneide dem Thiere Flügel und Beine ab, um demselben die zur Beobachtung nöthige Ruhe zu geben. Dann entferne ich den äusseren Stigmenrand mit seinem gefiederten Haarkranze. Der Brummring mit seinen zahlreichen Stimmblättchen tritt auf diese Weise offen zu Tage. Wendet man nun eine schwache (etwa 60fache) Vergrösserung an, so sieht man, dass, so oft das Thier seine Stimme hören lässt, die beiden Schenkel des Brummringes auseinandertreten. Auch die Stimmblättchen treten dadurch einerseits weiter auseinander und andererseits werden sie auch bei dieser Ausdehnung mehr gespannt. Sobald die Stimmäusserung aufhört, klappt der Brummring wieder mehr zusammen.

Bei den Immen steht die Musculatur mit den tönenden Stimmbändern nicht in directer Verbindung. Dort hängt die Hervorbringung der Stimme einzig und allein von der erhöhten Respirationsthätigkeit ab. Sowohl bei den Bienen, als auch bei Hummeln, Hornissen etc., liegen die Stimmbänder bekanntlich unbeweglich unter der Stigmenöffnung. Ueber den Stimmbändern findet sich dann eine näpfchenförmige Chitinwölbung, in deren mittleren Spalt sich das Tracheenende einsenkt. Dort ist die Verschlussvorrichtung der Trachee angebracht, bestehend aus zwei Chitinkegeln (Taf. XI. Fig. 19. *vk. vk'.*), deren Enden durch Muskelfasern verbunden sind. Werden diese Muskeln contrahirt, so schliesst sich die Tracheenöffnung und es kann keine Athmungsluft ausströmen. Hält das Thier hingegen die Tracheenmündung offen, so strömt die Luft stark aus, was die tönende Bewegung der Stimmbänder zur unmittelbaren Folge hat. So ist auch bei den Hymenopteren die Hervorbringung der Stimme durchaus willkührlich; die Thiere können sowohl im Fluge, als auch in der Ruhe ihre Stimme erschallen lassen, wenn anders sie nur den Tracheenverschlussapparat hinreichend öffnen.

Die Analoga der Stimmapparate.

Die Stimmorgane befinden sich nur bei sehr wenigen Insecten an allen Stigmen; bei den meisten sind sie auf die Thorakalstigmen beschränkt. Es fragt sich nun, ob auch diejenigen Stigmen, an denen wir keine Stimmwerkzeuge vorfinden, analoge Organe haben. Ich

glaube diese in den Tracheenverschlussapparaten zu erkennen. Die Fliegen besitzen an sämmtlichen Hinterleibsstigmen besondere Tracheenverschlüsse, diese würden aber an den Stigmen des Thorax völlig fehlen, wenn wir nicht in den Brummapparaten die analogen Organe wiederfinden. Da wir aber bei keinem einzigen Stigma einen besonderen Tracheenverschlussapparat vermissen, so wird es allein hierdurch schon höchst wahrscheinlich, dass die Stimmorgane der Fliegen höher entwickelte und modificirte Verschlussapparate sind. Diese Ansicht erhält noch eine Hauptstütze daran, wenn wir auf die einzelnen Theile dieser sonst in ihrer Wirkung so verschiedenen Apparate blicken. Die Verschlussapparate bestehen im Allgemeinen aus mehreren Chitingebilden, welche das Tracheenrohr hinter dem Stigma ringförmig umgeben. Diesen Ring erkennen wir in den Stimmapparaten sogleich als den Brummring wieder. Auch die Musculatur ist bei den Tracheenverschlüssen und Stimmapparaten ganz ähnlich sowohl im Baue als in der Wirkung. Die Musculatur ist in beiden Organen an den Hartgebilden befestigt und dienen ihnen stets nur zum Verschlusse. Das Oeffnen geschieht beiderseits einzig und allein durch die federnde Elasticität der Organe selbst. Es kann somit nach meiner Ansicht keinem Zweifel unterliegen, dass die Tracheenverschlussapparate und die Stimmwerkzeuge der Insecten ganz analoge Gebilde sind, die nur durch ihre graduelle Ausbildung als verschieden betrachtet werden dürfen.[1])

Vorrichtungen zum Schutze der Tonapparate.

Viele Tonapparate sind schon hinreichend dadurch gegen nachtheilige Einwirkungen gesichert, dass sie aus festem Chitinstoff bestehen. Dazu gehören die Reiben an der Mittelbrust der Bockkäfer, die ähnlichen Bildungen auf den Coxen der Hinterbeine bei den Mistkäfern, und die Reibleisten der Nekrophoren. Auch die Schrilladern der Grillen sind so fest, dass sie für den Gebrauch eines Sommers völlig ausreichen. Auch die Flügel können durch ihre schnelle Vibration als Tonwerkzeuge lange gebraucht werden. Sie nutzen allerdings mit der Zeit oft bedeutend ab, allein mit dem Verbrauchen geht das Individuum auch seinem Ende entgegen.

1) Ueber die Tracheenverschlussapparate vergleiche: 1. H. Landois, Stigmenverschluss bei den Lepidopteren, Archiv f. Anat. u. Phys. von Dubois-Reymond und Reichert, Berlin, 1866. p. 43. 2. H. Landois und W. Thelen, der Tracheenverschluss von Tenebrio molitor (Mehlwurm). Ebendaselbst pag. 391. 3. H. Landois und W. Thelen, der Tracheenverschluss bei den Insecten. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Band XVII. Heft 2.

Die Stimmapparate sind hingegen durchweg zarter gebaut, und ihre feinen vibrirenden Häutchen bedürfen eines ganz besonderen Schutzes. Die Schutzvorrichtungen müssen sowohl gegen die störenden Einflüsse, welche von Aussen drohen, als auch gegen diejenigen gerichtet sein, welche vom Innern des Körpers einen nachtheiligen Einfluss äussern könnten.

Um die Stimmapparate gegen äussere schädliche Einflüsse zu schützen, finden wir die mannigfaltigsten Vorkehrungen getroffen. Oft sind es minder zahlreiche einfache grössere Borsten, welche am Rande der Stimmapparate eingelenkt, sich über die Oeffnung derselben hinüberbiegen, wie etwa bei der Stuben- und Brummfliege. In andern Fällen finden wir kleinere unverzweigte Haare, welche in grösserer Anzahl die äussere Stigmenöffnung umgeben. An den hinteren Stimmapparaten der Libellen stehen die einfachen Haare auf einer kleinen Klappe, welche die äussere Oeffnung zu schliessen vermag. Viel häufiger kommen zum Schutze die verzweigten Haare vor. Bei den Eristalis- und Syrphusarten nehmen sie sogar eine stark verzweigte federförmige Gestalt an, und neigen sich mit ihren Enden gegen einander, sodass auch kein Stäubchen von Aussen in das Innere des Stimmapparates gelangen und denselben unbrauchbar machen könnte. Die Schrillstigmen der Cicaden sind durch grosse lederartige Laden bedeckt, die mit ihrer Basis unter den Hinterbeinen an der Brust festgeheftet mit dem anderen freien Ende den ganzen Stimmapparat völlig überdecken. Eine Uebergangsstufe zwischen soliden Laden und fedrigen Haaren bilden die höchst zierlichen Brummklappen bei den Brummfliegen, von denen an den hinteren Stimmwerkzeugen jedesmal zwei vorhanden sind. Sowohl die grössere als auch die kleinere Brummklappe besteht aus zierlich in einander verflochtenen Haaren, die, ohne der Luft den Durchtritt zu verwehren, doch zusammenhängende Klappen bilden. Während die grössere festgewachsen ist, bleibt die kleinere nach aussen beweglich.

Da die Muskelthätigkeit im Thoraxraume der Insecten eine so gewaltige ist, so liegt die Gefahr nahe, dass sie die zarten Stimmapparate, die immer am Thorax gelegen sind, leicht gefährden. Bei den meisten Insecten liegen jedoch die starken Muskelbündel so, dass sie die Stimmapparate nicht berühren und völlig frei lassen. Selbst die Brummhöhle, umgeben von der halbkugeligen Tracheenerweiterung, fand ich bei den meisten Fliegen völlig frei liegen. Ein Anlehnen der Muskeln würde auch ihre Resonanz stark behindern. Wo die Thoraxmuskeln sich weiter ausdehnen, treffen wir in der Nähe der Stimmapparate in das Innere des Thorax vorspringende Chitinleisten, und

diese schützen dann die zarten vibrirenden Häutchen in ähnlicher Weise von Innen, wie die vorspringenden Knochen das menschliche Auge von Aussen vor schädlichen Eingriffen sichern. Die Stimmbänder selbst liegen meistens in starken Chitinringen ausgespannt.

Eine ganz sonderbare Schutzvorrichtung im Inneren des Thorax bei den Libellen darf ich nicht übergehen. Die Muskeln sind bei diesen Thieren ausserordentlich stark entwickelt. Jeder Muskel ist an seinen beiden Köpfen stark chitinisirt, und diese tiefbraunen Chitinsehnen setzen sich an die Hartgebilde der Gliederwurzeln an. Während alle Muskeln ziemlich lang sind, macht der äusserste, welcher dem Schwirrapparat des Metathorax zunächst anliegt, davon eine Ausnahme. Sein fleischiger Theil ist bei Aeschna juncea nur 0,816 Mm. lang und 1,2 Mm. breit. Dahingegen sind seine chitinisirten Sehnenfortsätze desto länger entwickelt; der eine, nach oben gehend, ist 2,5 Mm. lang. Der andere Fortsatz ist 2 Mm. lang und legt sich quer über die Fleischtheile der unterliegenden Muskeln. Werden nun bei dem starken Flügelschlage die Thoraxmuskeln stark in Thätigkeit gesetzt, so verhindert dieser überliegende Chitinstab, dass die bewegten Muskeln sich an dem Schwirrapparat der Libellen reiben. Diese Sehnen haben somit dem doppelten Zweck, einerseits die Anheftung des Muskels zu vermitteln und andererseits den Schwirrapparat gegen die rapide Muskelcontraction zu schützen.

Zweck der Insectenstimmen und Töne.

Es sind wohl alle Forscher darüber einig, dass die Insecten hauptsächlich desswegen ihre Stimmen und Töne erschallen lassen, um sich gegenseitig besser auffinden zu können. »Alle diese Töne beziehen sich auf die Vereinigung der Geschlechter.«[1]) »Sie suchen nämlich durch diesen Gesang, zu der Zeit da sie ausgewachsen sind, und sich der Trieb, ihr Geschlecht fortzupflanzen, in ihnen regt, denen Weiblein ihre Gegenwart erkennen zu geben, und stimmen also gleichsam Liebeslieder an, durch welche sie selbige an sich locken.«[2])

In vielen Fällen haben die Lautäusserungen den Zweck der Erhaltung des Individuums. Hierhin gehören namentlich diejenigen Laute und Töne, welche die Insecten hervorbringen, sobald sie angegriffen werden. Manchmal kann die Stimme wirklich mit einem Nothschrei verglichen werden. Eine gefangene Schlammfliege lässt diesen Schrei

1) C. Vogt, Zool. Briefe. Band 1. pag. 533.
2) Rösel.

anhaltend hören, wie man ihn sonst sehr selten von ihr vernimmt. Auch die Bienen und Hummeln geben derartige Schreitöne von sich, sobald sie angegriffen werden. Von manchen Insecten habe ich nur einzig und allein dann einen Ton vernommen, wenn ich sie anfasste. Dazu gehören die Holzböcke, die Todtengräber, die Lilienhähnchen, die Mistkäfer und viele Andere. Und es kann in solchen Fällen wohl kaum zweifelhaft sein, dass dieses zur Abwehr des feindlichen Angriffes geschehe.

Es ist bei vielen Insecten, namentlich bei den Fliegen und Hymenopteren, selten, dass sie ihre Stimme, ohne gerade durch einen Angriff dazu bewogen zu werden, erschallen lassen. Jedoch habe ich häufig beobachtet, dass Eristalis- und Syrphusarten ruhig sitzend ihre Stimme gebrauchten. Leicht sind die Bienen zur Stimmäusserung zu bewegen. Man braucht nur vor den Bienenstock ein Schälchen mit Honig zu stellen. Es kommen dann alsbald wenige Bienen hervor, von denen einige ihre Stimme tüt tüt tüt erheben. Diese Stimme ist ziemlich hoch und von derselben Art, als wenn eine ergriffene Biene ihre Stimme hören lässt. Je nach der Grösse des Individuums ist die Stimme a″, h″ oder c‴. Auf diesen Ruf kommt sogleich eine grosse Schaar Bienen aus dem Stocke, um den gebotenen Honig einzusammeln. Die Stimme der Insecten dient ihnen also auch sicher zur gegenseitigen Mittheilung und Verständigung über solche Gegenstände, die auch nicht gerade mit dem Generationsgeschäfte in directer Beziehung stehen.

Man könnte hier auch auf die ästhetische Seite der Insectentöne aufmerksam machen. Dass das Gesummse, Geschwirre, Gezirpe und das Schnarren die Fluren ungemein belebe, unterliegt wohl keinem Zweifel und der musikalisch Gebildete findet manchen Genuss, wenn er auf die verschiedenen Klangfarben, und auf die Akkorde lauscht, welche aus dem Concert des munteren Insectenvölkchens hervortönen. Für manche Thiere mögen die Insectentöne nichts weniger als angenehm sein. So rennen auf den Ton der Bremsen und Brehmen die Rinder mit gestrecktem Schweife von dannen, weil sie nur durch schleunige Flucht einem schmerzhaften Stiche entrinnen und zu gleicher Zeit verhüten können, dass nicht ihre Haut den Eiern ihrer Feinde zur Entwickelungsstätte werde.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel X.

Fig. 1. Hinterbein einer Feldheuschrecke (Stenobothrus pratorum) von der inneren Seite; 3mal vergrössert.
s. Die Schrillader, welche, soweit sie punctirt ist, mit Zähnchen besetzt ist.

Fig. 2. Ein Theil der Schrillader desselben Beines 100mal vergrössert.
z. Die lanzettlichen Zähnchen stehen in einer Reihe. Diese Ader wird durch den Schenkel an die Flügeldecken gerieben, wodurch der schnarrende Ton entsteht.

Fig. 3. Die rechte Flügeldecke der Feldgrille (Gryllus campestris). Vergrösserung 3.
s. Die gebogene Schrillader. *sa.* Die Ader, welche an dem unterliegenden Flügel angegeigt wird.

Fig. 4. Die 109fache Vergrösserung eines Theils der Schrillader desselben Flügels.
s. Die Schrillader.
st. Die kleinen Stege, mit haarscharfen Rücken und seitlichen strebenartigen Stützen. Die Schrillader wird als Fiedelbogen benutzt, um die andere Flügeldecke anzustreichen.

Fig. 5. Theil der Schrillader des Heimchens (Gryllus domesticus). Vergr. 109.
st. Die kahnförmigen kleinen Stege der Schrillader; sie stehen seitlich auf der Unterseite der Schrillader *s.* Die ganze Ader wird ebenfalls als Fiedelbogen benutzt.

Fig. 6. Todtengräber (Necrophorus mortuorum).
h. Das fünfte Hinterleibsringel, in dessen Mitte die beiden Reibleisten.

Fig. 7. Ein Theil einer Reibleiste desselben Käfers vergrössert, um deren rillenartigen Bau zu zeigen. Diese Reibleisten werden gegen den scharfen Hinterrand der Flügeldecken gerieben, wodurch die Tonäusserung entsteht.

Fig. 8. Hinterbein eines Mistkäfers (Geotrupes vernalis) von unten; 3mal vergr.
c. Die breite Coxe.
f. Femur.
t. Tibia.
tr. Tarsus.
rl. Die Reibleiste mit mehreren Querrillen. Der scharfe Vorderrand des unteren Halbbogens des dritten Hinterleibsringels wird über jene Reibleiste gerieben, wodurch der Ton entsteht.

Fig. 9. Stimmapparat der Schmeissfliege (Calliphora vomitoria) an der Hinterbrust. Vergrösserung 60.
ch. Der äussere Chitinrand, welcher die Brummhöhle umsäumt.
kk. Die kleine bewegliche Klappe und
gk. Die grosse unbewegliche Klappe, beide zierlichst durchbrochen, welche die Brummhöhle bedecken.
b. Die Borsten des umliegenden Chitinpanzers der Brust.

Fig. 10. Der in der Brummhöhle derselben Fliege liegende Brummring. Vergr. 60.
br. Brummring.
fm. Federndes Mittelstück.
mm'. Die beiden Muskelbündel. Da der Brummring bei *o* festgeheftet, sonst aber frei liegt, so werden während der Contraction der Muskeln die beiden Ringschenkel gespannt. Dadurch werden die Stimmbänder einerseits straffer, andererseits auch einander genähert.

Fig. 11. Derselbe Brummring, auseinandergeklappt; von einem grossen ♀.
fm. br. Wie oben.
st. st'. Die beiden Stimmbänder mit zellenartiger Zeichnung.
z. Sieben zellenartige Felder 591 mal vergrössert.

Fig. 12. Der Brummring des Stimmapparates derselben Fliege vom Prothorax.
br. Brummring auseinandergeklappt.
fm. Federndes Mittelstück.
sb. sb'. Stimmbänder.

Fig. 13. siehe Taf. XI.

Fig. 14. Ein Theil des Stimmbandes von Eristalis tenax. 60 mal vergrössert.
sh. Stigmenhaare, dem Rande aufsitzend.
br. Stück des Brummringes.
sb. Einige Falten des Stimmbandes, röhrenförmig gefaltet.

Tafel XI.

Fig. 13. Stimmapparat des Metathorax von der Schlammfliege (Eristalis tenax), von Innen gesehen. Vergrösserung 60.
s. Stigmenöffnung.
br. Brummring, nur zum Theil sichtbar.
sb. Das in 24 bis 25 Falten gelegte Stimmband.
v. Chitinstück, an dem Brummring festgewachsen.
h. Hebelarm, mit Zähnen, in welche
ht. die Basis der Haltere eingreift.

Fig. 14. siehe Taf. X.

Fig. 15. Stimmapparat der Stubenfliege (Musca domestica) vom Metathorax; von Innen gesehen. Vergrösserung 100.
st. Stigma.
br. Brummring.
fm. Federndes Mittelstück desselben.
sb. sb'. Stimmbänder.
h. Tracheenblase, welche die Brummhöhle bildet und den Stimmapparat überdeckt.

Fig. 16. Stimmapparat der Vorderbrust derselben Fliege von Aussen gesehen. Vergrösserung 100.
sr. Stigmenrand mit verzweigten Haaren besetzt.
sb. Stimmbänder.

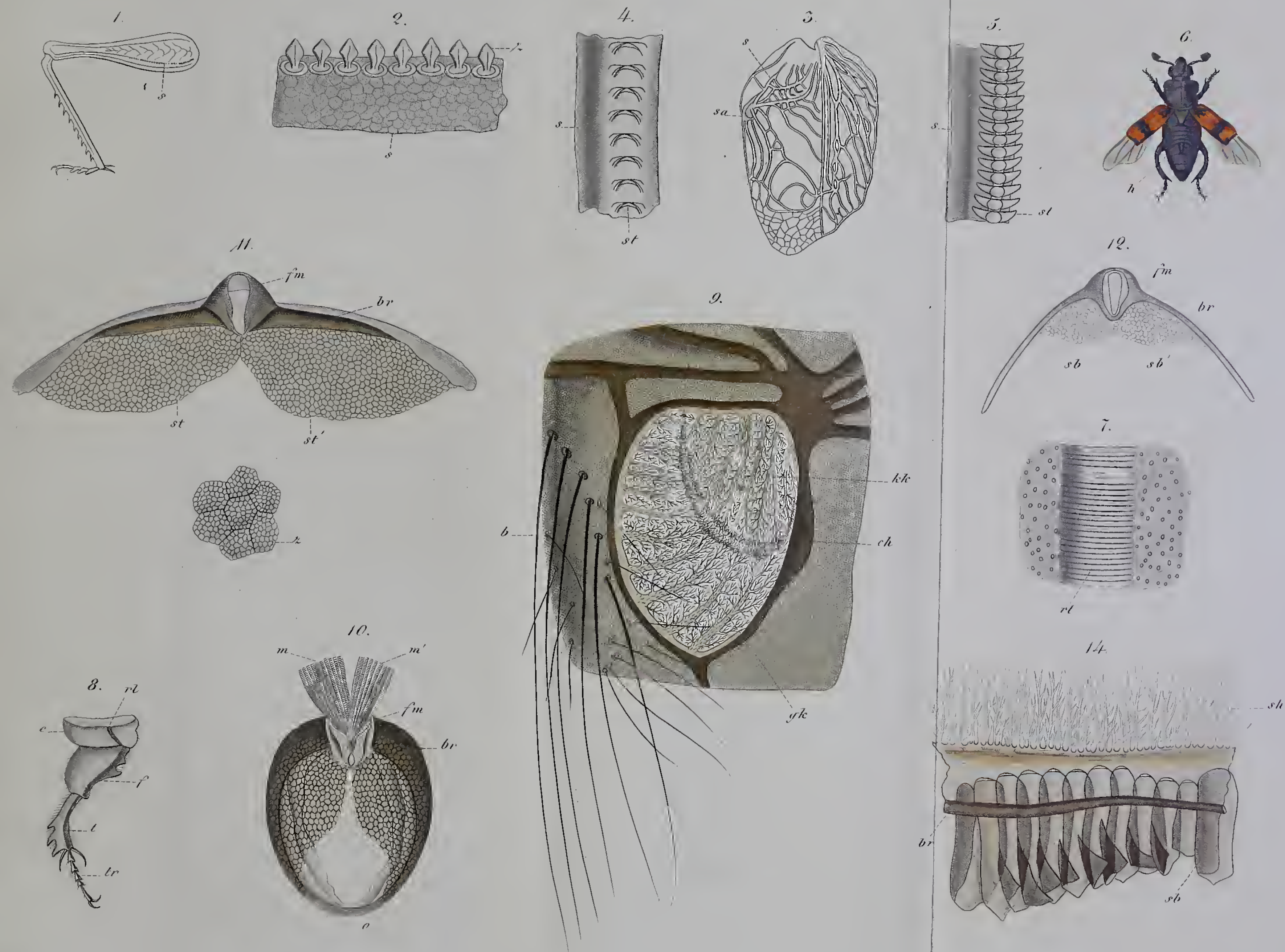
Fig. 17. Stimmverstärkender Apparat der Cicade. Vergrösserung 2.
sp. sp'. Spiegel unter den Laden.
gh. gh'. Resonanzring (gefälteles Häutlein Rösel's).
h. h'. Höhlen, in welche das »gefältete Häutlein« frei hineinragt.

Fig. 18. Schrillstigma derselben Cicade; es liegt jederseits der Höhle *h* gegenüber. Vergrösserung 30.
sr. Stigmenrand.
sb. sb'. Stimmbänder.
sr. Stimmritze.

Fig. 19. Brummstigma der Erdhummel (Bombus terrestris). Vergrösserung 109. Von Innen gesehen.
kh. Die Epidermis des Hinterleibsringels.
st. Stigmenrand.
sö. Stigmenöffnung.
nh. Obere kleinere Näpfchenhälfte mit
vk und *vk'.* den beiden Verschlusskegeln.
s. Spalt des Näpfchens, in welchen sich die Trachee einsenkt.
sb. sb'. Die gardinenförmigen Stimmbänder.

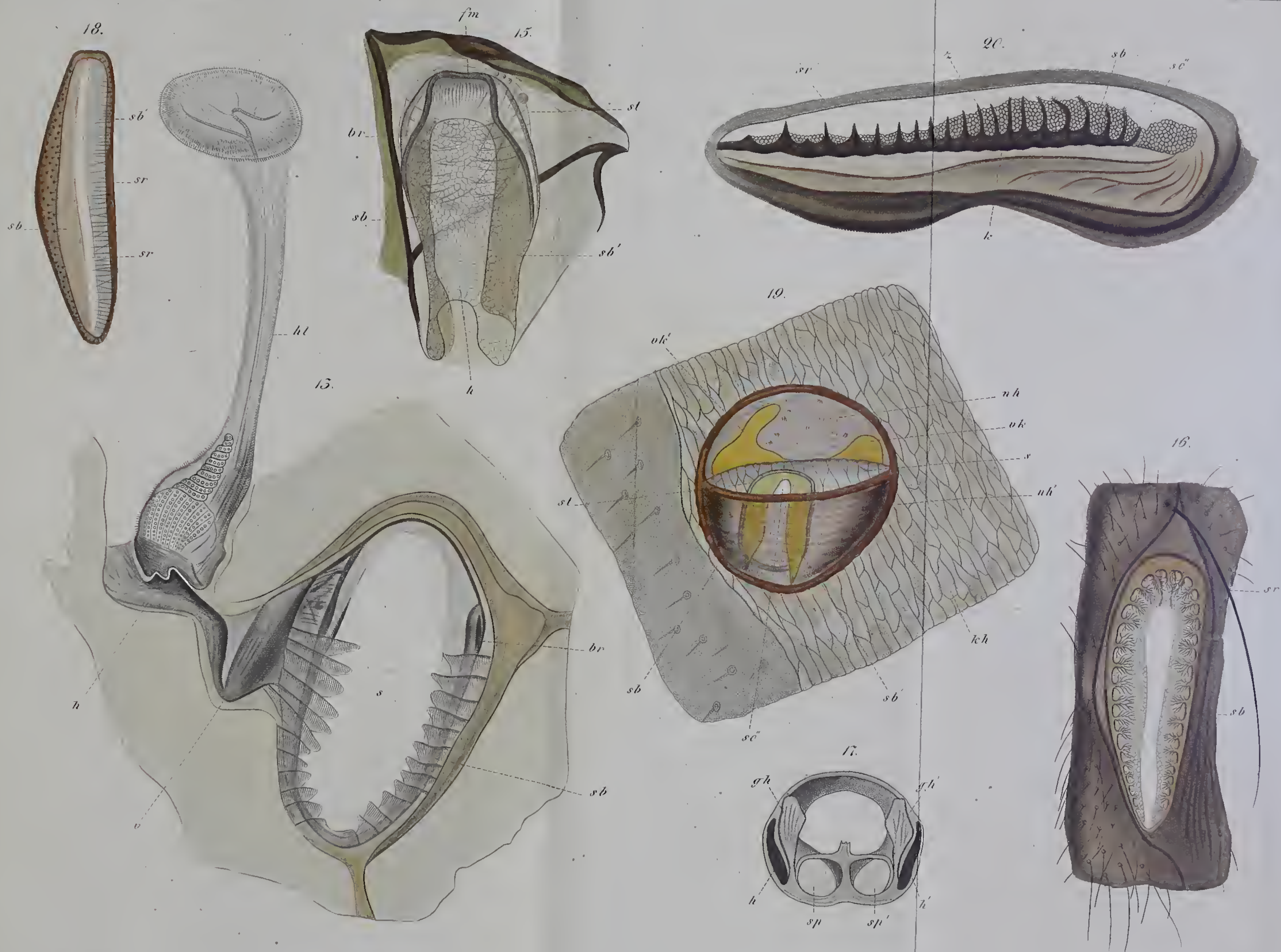
Fig. 20. Schwirrapparat von einer grossen Libelle (Aeschna juncea). Vergr. 30.
sr. Stigmenrand.
sö. Die längliche Stigmenöffnung.
k. Der Chitinkamm, in welchem
sb. Die Schwirrhaut eingespannt ist.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.



[...]dois del.

Wagenschieber sc.


18.
sb'
sr
sb
sr
ht
13.
h
v
br
s
sb
fm
15.
st
br
sb
sb'
h
20.
z
sr
sb
sc''
k
19.
vk'
nh
vk
s
nh'
st
sb
sb'
kh
sc''
16.
sr
sb
17.
gh
gh'
h
h'
sp
sp'